Proyecto planta de agua potable en condominio

Sebastián Gómez

Luis Daniel Hoyos

Director Asesor:

Sergio Leonardo González

Universidad del Bosque

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Carrera Administración de Empresas

Bogotá, D. C.

2017

Contenido

Pág.

1. Resumen del plan 4

2. Problema de investigación 7

3. Objetivos 9

3.1 General 9

3.2 Específicos 9

4. Justificación 10

5. Estado de la situación 11

6. Marco conceptual 16

6.1 Definición palabras clave 17

7. Aspecto metodológico 19

8. Estudio técnico 21

8.1 Diagrama de procesos 23

8.1.1 Equipos. 25

8.1.2 Materiales. 26

8.1.3 Talento humano 26

8.1.4 Localización geográfica 27

8.1.5 Especificaciones 27

9. Impactos 28

9.1 Impacto ambiental 28

9.2 Impacto social 29

9.3 Impacto económico 30

10. Riesgos 32

11. Estudio administrativo / organizacional 35

11.1 Objeto social 36

12. Estudios financieros 37

12.1 Modelo Financiero - Estados Financieros 39

13. Conclusiones 45

14. Referencias 46

…….

1. Resumen del plan

Se busca el aprovechamiento de las aguas lluvias generadas en un conjunto residencial ya construido y habitado desde hace 10 años en el Municipio de Girardot, a través de la recolección y tratamiento de las mismas por medio de equipos y sistemas ya existentes, para volverlo un proyecto sostenible. El sistema consiste en instalar tanques de almacenamiento de aguas lluvias recibidas desde las diferentes cubiertas de las casas y edificios del conjunto, las cuales serán distribuidas para tres usos así:

- Para la potabilización del agua lluvia recogida a través de la instalación de una planta de tratamiento de agua potable (PTAP), la cual será utilizada para el consumo humano.
- Para utilizarla posteriormente en sistemas de riego y como agua cruda para sanitarios de las viviendas, zonas comunes y zonas verdes del conjunto a través de redes ya existentes.
- Un último uso para el control de las aguas lluvias vertidas actualmente a los sistemas de drenaje de las calles del municipio donde por medio de captación provisional en tanques, será retenida parcialmente mientras deja de llover y evacuada después de los aguaceros, con el fin de colaborar para no colapsar el sistema.

Para este sistema y sus tres usos mencionados anteriormente se contará con estudios y diseños de una empresa llamada Resalto Ingeniería, con experiencia en el sector de la Ingeniería Hidráulica y con la cual ya se ha trabajado anteriormente en otros proyectos similares y se han obtenido buenos resultados. Contará con estudios soportados por los históricos de lluvias en el sector del conjunto (1180 mm por año), precipitaciones y temperaturas promedio 28.2 °C. (IDEAM, 2017), se realizará en la ciudad de Girardot y

específicamente en el condominio Parque central por el fácil acceso a planos, bases de consumo de agua promedio, comunicación directa con propietarios y junta directiva. Por el hecho de ser propietarios de una casa dentro del condominio., el condominio tiene un número de 300 casas ya construidas.

En la actualidad en la mayoría de los municipios de Colombia existen pocos proyectos con esta clase de sistemas en los conjuntos residenciales construidos o por construir, viéndose desaprovechada la oportunidad de reutilizar las aguas lluvias en estos proyectos. Esto genera un consumo de agua potable a costos elevados ($80.000 por vivienda) para el usuario final, que se podría disminuir hasta el 70% con este sistema. Durante las grandes lluvias en las temporadas invernales anuales se ha visto colapsado el sistema de captación por parte de los municipios generando grandes inundaciones.

Este sistema busca también acercar a los condominios residenciales existentes y futuros del municipio accedan a la implementación de plantas de agua potable dentro de su urbanización logrando la optimización del recurso hídrico. Así mismo con este ahorro se beneficiará el consumidor final al tener un cobro mensual menor de agua potable (Se estima un ahorro del 70%), como también se busca contribuir a evitar inundaciones regulando el vertimiento de aguas lluvias a las calles vecinas y finalmente a los sistemas de recolección final de los municipios. A futuro se busca que se implante como normatividad que este tipo de proyectos tengan beneficios tributarios o incentivos financieros con tasas preferenciales para lograr tener un sistema sostenible y amigable ambientalmente.

"Al 2030, edificios nuevos de vivienda en el país deben ser sostenibles" según documento del consejo nacional de Política económica y social (Conpes) aprobado el mes de Marzo del 2018 *(Flórez, 2018)*.

Palabras clave: Sostenibilidad; Planta de tratamiento de agua potable (PTAP); - Aquacelda - Ahorro.

Abstract:

It seeks to take advantage of the rainwater generated in a residential complex, built and inhabited since ten years ago in Giradot municipality, through the recollection and treatment of it by means of already existing systems. The system consists of installing storage tanks of rainwater received by the covers of the houses and buildings of the residential complex, which will be distributed for three uses:

- The potabilization of water through a Potable Water Treatment Plant (PWTP).
- Irrigation systems and use of raw water for swimming pools and toilets by means of existing networks.
- The control of the rainwater poured in the drainage system in the streets of the municipality by means of provisional training on tanks.

For this system and its three uses it will be counted on studies and designs from a recognized company named "Resalto Ingenieria" and with experience in the area of Hydraulic and Sanitary Engineering, supported by the historical of rains (1180mm per year), precipitations and temperatures in average at 28.2 °C.

Currently, in the majority of municipalities in Colombia, this kind of systems do not exist in the residential complexes, and the opportunity to reuse the rainwater is wasted. This generates an overconsumption of potable water at high costs to the final user.

During heavy rains in winter season, the catchment system has been seen collapsed by the municipalities generating large floods, and in some cases, tragedies, such as the one that happened in “Mocoa” due to the lack of control and/or realization of similar projects to this one that is being suggested.

This system seeks to get closer the existing and future residential condominiums to the implementation of the environmental and sustainability regulations, achieving the optimization of the hydric resource. Moreover, with this saving the final consumer will be benefited as he will get a lower cost in potable water; as well as it seeks to avoid floods by regulating the pouring of rainwater on the streets and municipal systems.

In the future, fiscal benefits will be obtained as soon as it achieves to have a sustainable and friendly system, environmentally.

Keywords: Sustainability; Potable Water Treatment Plant (PWTP) – Aquacelda – Saving

2. Problema de investigación

Aunque las inquietudes por la precariedad del medio ambiente datan de mucho tiempo atrás, fue durante la Primera Cumbre de la Tierra, realizada en Estocolmo (Suecia) en 1972, que se dio a conocer la preocupación a nivel mundial por las cuestiones ambientales internacionales (Pantoja, 2012). A pesar de que han pasado 45 años desde dicha Cumbre, y no obstante la concienciación a nivel general, la mayoría de los países no ha tomado las medidas necesarias para reducir aspectos fundamentales que impactan negativamente en el medio ambiente como el consumo excesivo de agua, la contaminación

del aire, el uso indiscriminado de las energías fósiles no renovables y demás consecuencias del gasto indiscriminado de las energías y elementos naturales que nos provee la tierra que serán especificadas más adelante.

Colombia no es la excepción, a pesar de no ser uno de los grandes contaminantes a nivel internacional y poseer una de las más grandes reservas hídricas del planeta, aun no tiene planes claros y contundentes para iniciar su participación y expansión en proyectos de energías limpias, reutilización de aguas lluvias, potabilización de agua, utilización de energías alternativas, etc. Teniendo esto presente, se realiza el actual proyecto pues se quiere aportar al mejoramiento medioambiental, económico y social de nuestro país, con el objetivo de resolver la problemática que afecta directamente a un condominio en Girardot, Cundinamarca, en donde se puede hacer la intervención e iniciar la pronta participación con el fin de mejorar la calidad de vida, ayudar al medio ambiente y reducir el consumo de agua en un 60% aproximadamente; para ello ser hará la inserción de una planta de tratamiento de agua potable. Asimismo, Colombia siendo uno de los países con mayor riqueza hídrica, de hecho, en los años 90 llego a ocupar el cuarto lugar en el mundo después de Rusia, Canadá y Brasil. Sin embargo, el uso no planificado de aguas lluvias, el control insuficiente de la contaminación, las inundaciones periódicas, la falta de servicios de agua potable y la ausencia de sistemas de riego en grandes extensiones de tierra fértil han disminuido ostensiblemente su disponibilidad.

La viabilidad del proyecto ha sido evaluada por expertos (Ingeniero hidráulico, sanitario, ambiental y civil) quienes, acompañados del encargado de la ejecución del proyecto, lograron analizar el mercado, destacando las necesidades que tiene el condominio Parque Central.

Uno de los residentes del condominio y parte de la Junta Directiva del mismo hace parte del proyecto de forma participativa, lo que incide positivamente para llevar a buen puerto el proyecto.

Con base en todo lo anteriormente expuesto surgen las siguientes preguntas problema:

A. ¿Es importante generar un ahorro de agua potable en el condominio Parque Central por medio de un sistema de recolección de aguas lluvias?
B. ¿Qué tan importante es diseñar un sistema de recolección de aguas lluvias eficiente que cumpla las expectativas del proyecto?
C. ¿Se deberá convertir el agua lluvia en agua potable para uso de la población?
D. ¿El bajo costo que representa el proyecto debería generar optimización de materiales, equipos y mano de obra?
E. ¿Es necesario reconfirmar el interés y la capacitación de la junta directiva a cargo de toma de decisiones dentro del conjunto para la ejecución del proyecto?

3. Objetivos

3.1 General

Generar ahorro del agua potable en el condominio Parque Central y en la comunidad por medio del uso de sistemas de recolección de aguas lluvias, las cuales serán tratadas con el fin de alcanzar la potabilización del agua y servirán para el consumo humano, y otras actividades alternativas, como por ejemplo el riego de plantas, y cuyo desagüe será más efectivo ahorrando grandes cantidades de agua.

3.2 Específicos

- Aplicar el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias eficiente que cumpla las expectativas del proyecto.

- Poner en funcionamiento el sistema de tratamiento del agua lluvia, convirtiéndola en agua potable, para uso de la población de un conjunto habitacional.
- Realizar un proyecto que represente un bajo costo y genere optimización de materiales, equipos y mano de obra, aprovechando los espacios libres y asequibles dentro del conjunto residencial.
- Reconfirmar el interés de la Junta Directiva del condominio en mención y capacitarla para la toma de decisiones en los temas relacionados con el uso correcto de las aguas lluvias y potables, concientizándola del cuidado de los recursos naturales y del correcto manejo ambiental, generando un consumo moderado del agua en su calidad de recurso natural.

4. Justificación

Los autores del presente proyecto formalizarán un consorcio para la realización del proyecto, tendrá el nombre DyS, la cual será constituida por medio de una minuta de constitución, cuyo objetivo tiene relación con prestación de servicios y alquileres de equipos para empresas constructoras, esto les ha permitido tener contacto directo desde hace 5 años con empresas de este sector, posibilitando el conocimiento directo en proyectos de este tipo, en los cuales se ha asistido a nivel de pasantías. En ellas se trabaja desde los diseños iniciales hasta la entrega final del proyecto a nivel de recolección, almacenamiento y reutilización de aguas lluvias, como también para un mejor uso del agua potable.

Lo anterior ha representado una ventaja al tener la posibilidad de trasladar las experiencias y conocimientos de grandes Empresas constructoras de proyectos, como el

SENA Agroindustrial de Chía construido en los últimos 2 años y ya culminado, para utilizarlos en proyectos similares, aunque de menor tamaño, como es el caso del presente proyecto en Girardot, generando un emprendimiento de alto potencial con posible ejecución en el mercado.

Una gran parte de los proyectos construidos y/o por construir en nuestro país no están alineados con una normatividad que los obligue a cumplir parámetros de diseño que sean de estricto cumplimiento para el buen uso y reutilización de las aguas lluvias. Si las entidades gubernamentales pertinentes no exigen mediante Decretos, Reglamentos o Leyes estrictas a los diseñadores que en sus diferentes proyectos sea de obligatoria implementación programas de reutilización de las aguas lluvias, así como el mejoramiento del uso del agua potable, la experiencia ha mostrado fehacientemente que los constructores no realizarán proyectos amigables con el medio ambiente y de sostenibilidad, como el que se pretende implementar en un condominio ya construido y habitado.

Al respecto es recomendable pensar en un sistema de incentivos a través de una Ley de la República, o una ordenanza de la Asamblea Departamental en el caso del municipio Girardot, la cual puede incluir, entre otros: rebajas de impuestos, mayor grado de edificabilidad de un proyecto, menores valores en las tarifas de licencias de construcción, mejoramiento en las tarifas de avaluó comercial en las viviendas, etc., para todos aquellos constructores y/o diseñadores que colaboren con el medio ambiente y con el mejor uso de los recursos hídricos en el país, lo que se reflejará en un beneficio también para los compradores finales de vivienda de estos proyectos.

A nivel de emprendimiento este proyecto representa un paso inicial de gran importancia para el inicio de la vida profesional de sus realizadores ya que a través de estos contratos pueden ser partícipes de la formación y creación de una **PYME** que desarrolle otros proyectos similares.

Igualmente se debe tener en cuenta la contribución por parte del consorcio DyS al desarrollo sostenible del municipio, buscando ofrecer un mejor ciclo final del agua lluvia y potable, generando un ahorro económico y ambiental a mediano plazo para los habitantes del condominio que serán nombrados en el capítulo financiero.

5. Estado de la situación

A nivel local se realizó un estudio y un sondeo, el sondeo consistió en unas preguntas realizadas algunos habitantes del sector; ¿cree usted que es alto el consumo de agua en Cundinamarca?, ¿Cree usted que debemos hacer algún proyecto que de una iniciativa al cambio en el sector?... Los resultados muestran la gran necesidad de disminuir el consumo de agua en la mayoría de los municipios de Cundinamarca, teniendo en cuenta que la mayor parte de la implementación de plantas de tratamiento de agua potable ocurre en la ciudad de Bogotá. Para Girardot se encontró una tendencia en los conjuntos de estrato alto a implementar plantas del tipo estudiado desde la misma ejecución, pero a la vez se reveló la necesidad de implementarlas en la generalidad del sector. Entre los resultados del recorrido que se hizo se puede resaltar que de 10 condominios visitados en Girardot hay solo 2 que tienen plantas (Puerto Peñalisa, El Peñon), en los cuales el consumo es realmente más bajo, por ende, el proyecto puede llegar a ser viable y a nivel local cumple con los requisitos necesarios para poder ser ejecutado.

Como se había mencionado anteriormente, Colombia aún no tiene intenciones claras y contundentes de iniciar su participación y expansión en planes de energías limpias, reutilización de aguas lluvias, potabilización de agua, utilización de energías alternativas, etc. Según una entrevista realizada al Ingeniero Oscar Gómez, dio una afirmación acerca de que en Colombia se está trabajando intensamente desde hace 30 años en el ahorro de agua,

siguiendo la tendencia que comenzó en Europa en la década de 1800-1810 en Paris, donde se encuentra la mayor planta de tratamiento de agua conocida hasta el momento. Allí, el agua se sedimentaba durante 12 horas antes de su filtración; los filtros físicos consistían en arena, carbón y tenían una capacidad de seis horas.

Vale la pena resaltar que en algunos países se han realizado proyectos de índole similar, donde se implementan plantas de tratamiento de agua potable o de aguas residuales. Por ejemplo, en España, donde el Fondo de Cohesión cofinanció un proyecto para atender a cuatro pueblos con una población total de 10.000 habitantes; éste constaba de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas que proporcionaba un nivel secundario y terciario de tratamiento, 18 kilómetros de tuberías y seis estaciones de bombeo. El costo del proyecto fue de 5,5 millones de euros, con una subvención de la Unión Europea de 4,3 millones de euros.

> En Portugal, el costo de una nueva planta de tratamiento cofinanciada por el Fondo de Cohesión fue de 22,8 millones de euros. La planta, diseñada para atender a una población de 250.000 habitantes con un nivel secundario de tratamiento y desinfección del agua, recibió una subvención de la Unión Europea de 19,4 millones de euros. También se encontró que, en Grecia, el Fondo de Cohesión cofinanció una mejora sustancial de una planta de tratamiento para una ciudad de 3,7 millones de habitantes. El costo del proyecto fue 202,2 millones de euros, con una subvención de la Unión Europea de 135,0 millones de euros (European Court of Auditors, 2009, p. 11).

Un país que destacó por la gran cantidad de proyectos que implementaban plantas de tratamiento es Rumania, que ha implementado más de 100 grandes proyectos con inserción de plantas, uno de los más relevantes es el de la construcción de 3 plantas de

tratamiento de aguas residuales en Moinesti y Buhusi, el cliente fue la compañía Apa Bacau y se entregó en el 2016 con un financiamiento de la Unión Europea del 85% y 18% a nivel local. Este se describe como un Buhusi (proceso biológico con tratamiento mecánico y biológico de aguas residuales, estabilización de lodos, deshidratación y tratamiento de la línea de lodo), Moinesti North (proceso biológico con tratamiento mecánico y biológico de aguas residuales y estabilización y deshidratación de lodos), y Moinesti Sur (proceso biológico con tratamiento mecánico y biológico de las aguas residuales y tratamiento terciario con sistema de filtración de agua). La capacidad alcanza a las 60.000 personas beneficiadas por la implementación (Strabag, 2015).

Por su parte China, al ser una potencia mundial, no podía quedar excluido de estos grandes proyectos, vale la pena resaltar el llamado “Zibo Zhoucun Ganqing”, en el cual se implementó una planta de tratamiento de aguas residuales y de reutilización de agua. El cliente fue Zibo Hanhai Water Co., Ltd., y la entrega del proyecto fue para finales de 2015, el 100% del financiamiento fue por parte de Softloan (RBI) y consistía en todo el diseño y suministro de equipos mecánicos, eléctricos, de instrumentación y automatización, supervisión de instalación, prueba y puesta en marcha, así como también servicios de posventa y capacitación de operadores (Strabag, 2015).

Tras el estudio y evaluación del progreso de este tema a nivel global, se puede establecer que hoy en día la mayor parte de los países europeos, asiáticos y Estados Unidos, están implementando el uso de estas plantas en cada una de las edificaciones. Un estudio arrojo que el 67% de los constructores europeos tienen entre sus condiciones de trabajo la implementación de plantas que generen ahorro a las viviendas y para quienes las habitan. Los chinos llevan más de 50 años haciendo uso de diferentes plantas que con el tiempo han

evolucionado y hoy en día han disminuido más del 50% del consumo de agua en sus viviendas.

Dentro de la planificación del proyecto, se debe recurrir a diseños Hidráulicos por parte de un ingeniero consultor hidráulico y sanitario para que genere un estudio con diseños y memorias a través de la evaluación de las redes actuales y de características individuales como consumos, sistemas de recolección, datos tomados de las entidades competente relacionados con intensidad de los aguaceros, duración y frecuencia de los mismos, historial de lluvias de los últimos 25 años a través de una entidad especializada como el IDEAM, quienes tienen monitoreado los diferentes sectores de toda la población colombiana. En el presente caso, los centros de monitoreo más cercanos al municipio de Girardot, son Agua de Dios en Cundinamarca y Flandes en Tolima.

Con la información anterior el Ingeniero consultor generará un estudio el cual indicará factores como el porcentaje de aprovechamiento del agua lluvia que se recoja en el proyecto, el porcentaje que se podrá aprovechar para beneficio de las familias de esta comunidad, el porcentaje de ahorro en el consumo de agua potable, los planos correspondientes, todos los cuales son detalles necesarios para la etapa de construcción. Será necesario, además, un presupuesto de obra Hidráulica y sanitaria, junto con la asesoría en la compra de equipos, asesoría durante la preventa de nuestro proyecto con la junta administradora y los propietarios, asesoría durante la etapa de construcción y por último representación ante el municipio para los trámites necesarios.

En cuanto al lugar donde se llevar a cabo el proyecto encontramos que Girardot es una ciudad de clima cálido, lo que le ha permitido desarrollar una gran diversidad de ofertas turísticas.

> En las horas de la mañana su clima oscila entre los 20 y 28 grados; en la tarde, entre 30 y 34 grados, y en las noches alrededor de 27 grados, gracias a la brisa fresca proveniente del Río Magdalena. La cabecera municipal está a una altura de 290 m s. n. m., pero su territorio, de 150 km², abarca 70% de relieve montañoso que alcanza 1.000 m s. n. m (Radio Colina, 2017, párr. 2).

Los recursos hídricos más importantes de la región son los ríos Magdalena y Bogotá. Las aguas del río Magdalena se utilizan como abastecimiento para la planta de tratamiento del agua potable para el municipio, así como para abastecer de agua a los predios agrícolas para riego en las zonas adyacentes. Otra fuente de recursos hídricos está conformada por una serie de quebradas como: El Encanto, La Yegüera, San Lorenzo, El Buche, Agua Blanca, La Julia, Barzalosa, Presidente y Berlín (Concejo Municipal de Girardot, 2000).

El proyecto pertenece al sector terciario, dedicado a la prestación de servicios, el cual engloba las actividades relacionadas con los servicios no productores o transformadores de bienes materiales, siempre buscando satisfacer al cliente. El servicio que se ofrece va relacionado directamente con el sector de vivienda privada, pues está enfocado en mejorar la calidad de vida de los habitantes de un condominio, como se explicó previamente.

6. Marco conceptual

El proyecto de implementación de la planta de tratamiento de agua potable en el condominio Parque Central es una iniciativa que se inicia en el año 2017, con una reunión con la junta directiva en donde se presentó el proyecto. Uno de los habitantes del condominio es cercano a temas afines a las plantas de tratamiento, por tal motivo se contactó directamente con esa persona y se ha venido trabajando conjuntamente para poder aportar una solución realista y asequible para los residentes. Se llegó a la conclusión que la mejor opción era la inversión en la planta y no las campañas para el consumo mínimo diario, para el caso era la implementación de la planta, resultando beneficiadas más de quinientas personas (300 casas, promedio de Cuatro personas por cada casa).

La planta será una inversión que luego de casi dos años (17 meses) empezará a producir réditos y se verá el ahorro, en comparación con los altos costos que se están pagando actualmente. Luego de llevarse a cabo el proyecto será de suma importancia el mantenimiento y cuidado de la planta, ya que de ello depende que sea rentable. No hay que olvidar que la planta requiere un mantenimiento normal en los primeros dos años, no obstante, es muy probable que la planta no presente fallas ni daños durante este lapso, sin embargo, hay que resaltarlo para que lo tengan presente los partícipes del proyecto.

La ejecución del proyecto está presupuestada por un valor cercano a los trescientos millones de pesos, por eso es muy importante contar con la aceptación de los residentes, pues es una inversión de alto costo, y así mismo tendrá una retribución de alto potencial. Dentro del cronograma estipulado se ve el programa del proyecto condominio Parque Central que se hizo utilizando el programa Project de Microsoft. Este es un software que sirve para la programación y administración de proyectos, el cual es utilizado por ingenieros civiles y/o arquitectos como herramienta de trabajo en todas sus obras, para control y ejecución; éste establece los tiempos, prioridades en la ejecución de un proyecto y

marca una ruta crítica a seguir. La idea es saber ejecutar las actividades antes de que estas se conviertan en ruta crítica.

Para cada uno de los capítulos se puede agregar personal, suministros y la mano de obra que se necesita dentro del proyecto, además a través de Excel se pueden importar las cantidades y sus valores unitarios, arrojando un presupuesto parcial por capitulo y final por todas las actividades lo cual permite obtener un flujo de fondos, bien sea diario o mensual.

En el caso de Parque Central, Girardot, con relación a la programación se usó de la siguiente manera:

1. Se utilizó Project para manejar y controlar la programación.
2. Se incluyeron las cantidades, los valores unitarios, valores parciales de cada capítulo y el presupuesto de acuerdo al contrato a realizar con el condominio.
3. El contrato tiene un plazo de ejecución obligatorio (12 meses). Con base en este plazo y en las cantidades del punto 2 se definió, con el apoyo de un asesor Ingeniero civil, la duración de cada actividad durante el plazo del contrato. Estas actividades de cada capítulo tienen actividades previas que son pre-requisitos de obligatorio cumplimiento.
4. Algunas actividades se traslaparon, es decir se pueden realizar de forma simultánea.
5. Con base en la información anterior, el programa arroja un flujo diario de fondos.

6.1 Definición palabras clave

Sostenibilidad: La definición más adecuada es la capacidad de permanecer, cualidad por la que un elemento, sistema o proceso, se mantiene activo en el transcurso del tiempo; capacidad por la que un elemento resiste, aguanta, permanece. Por eso es que, con

una inversión adecuada y el aporte de la comunidad, se llevará a cabo un proyecto sostenible en diferentes aspectos: ambientalmente (al ser amigable con el entorno), económicamente (al ser una inversión con retorno a los diecisiete meses de la inauguración) y además sostenible en cuanto a inversión (ya que aumentará valor comercial del inmueble con el pasar del tiempo).

Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP): Una planta o estación de tratamiento de agua potable (ETAP) es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios, a saber: Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo, tratamiento integrado para producir el efecto esperado, tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Aquacelda: Es un sistema que almacena agua en el área donde se precipita para ser contenida dentro de la estructura formada por celdas. Posteriormente se infiltra en el suelo o puede ser retenida por un tiempo antes de ser descargada al alcantarillado o conservada para luego ser usada en riego y limpieza o como agua potable, luego de un tratamiento adicional.

Ahorro: Como la palabra lo dice es la acción de ahorrar, economizando dinero, se define como la diferencia que existe en el ingreso disponible y el gasto efectuado. En este proyecto se busca un ahorro importante después de una inversión, dicha inversión será retribuida luego de diecisiete meses y el beneficio por persona será elevado y de suma importancia para la valorización del inmueble.

7. Aspecto metodológico

El consorcio DyS tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Consumos actuales de los residentes con base en diferentes recibos del acueducto para diferentes meses, a partir de una muestra de aleatoria de viviendas que se consiguió de la empresa Aquagir, encargada de suministrar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo al conjunto.
- Se evaluaron datos de consumos en m^3 para diferentes unidades de vivienda, costos de acueducto, costos de alcantarillado y liquidación por servicios de aseo.
- Se estableció la condición prioritaria de lograr, a partir de los diseños, un ahorro del 70% relacionado con la recuperación de agua lluvia recogida durante el proyecto.
- Se estableció la condición prioritaria de lograr un ahorro del 70% a partir de los diseños, relacionado con el valor del consumo actual del recibo de agua potable.
- Se estableció el sitio donde se podría construir la Ptap y las Aquaceldas respectiva sin interferir zonas comunes actuales, con la colaboración de un asesor hidráulico y sanitario, y con base en recorridos y los planos existentes que nos facilitó el condominio. Además, se definió que las redes actuales de tubería de agua potable servirían para la conducción de aguas lluvia tratada hacia las viviendas, con inversión mínima pues no se necesitan redes nuevas.
- Se estableció una proyección de ingresos del proyecto generados por una cuota extraordinaria, a ser autorizada por la asamblea de copropietarios y para ser recibida por el condominio entre el mes tres y el mes nueve.

- Esta proyección de ingresos se comparó con la cantidad de obra a ejecutar según el presupuesto anexo al contrato, mostrando la viabilidad del negocio, se demuestra que lo que se recoge por cuotas extraordinarias supera el valor del contrato a realizar, por lo tanto, hay soporte financiero para contratar y realizar el proyecto.
- Se ha socializado con algunos propietarios del condominio y de la Junta la importancia que tiene para ellos que el condominio inicie una etapa de auto-sostenibilidad a nivel de ahorro en el consumo de agua, acompañado de una viabilidad financiera.

Se considera que el proyecto es rentable por los siguientes aspectos:

- A través de este tipo de proyectos se contribuye con el medio ambiente por cuanto se reduce el impacto ambiental que generan las aguas lluvias hacia las calzadas, se genera una rentabilidad para los propietarios por el menor consumo de agua potable para el condominio y se contribuye al desarrollo del sector.
- El contrato tiene un presupuesto anexo como parte integral del mismo que muestra una utilidad para el consorcio del 10% del presupuesto de obra, que representa la suma de **$22’000.000** antes de impuestos, los cuales estamos llamando Rentabilidad 1.
- Adicionalmente los gastos generales del proyecto sacados del presupuesto interno que realizó el consorcio para presentar esta oferta económica al condominio llegan a la suma de $267’000.000 los cuales no superan los recursos que se van a cobrar, según el presupuesto anexo del contrato por la suma de $278’000.000. Lo anterior representa la Rentabilidad.2 por la suma de **$11’000.000.**
- El consorcio aspira a lograr una rentabilidad adicional que se llamará Rentabilidad 3, que corresponde a realizar compras y subcontratos al 95%, desde el momento en que se firme el contrato, antes del AIU de los costos directos del presupuesto contratado, es decir la suma de **$10’892.500.**

8. Estudio técnico

Para entrar en contexto con la relevancia que tiene la ejecución de este proyecto, es de suma importancia entender cómo funciona la PTAP en diferentes aspectos. El primero es en la potabilización del agua, por medio de una estación de tratamiento de agua potable (ETAP2), donde se utilizan las estructuras en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Como se mencionó previamente existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, entre esas las plantas; PTAP, PTAR, y además existe un sistema de filtrcacion del agua, pero todas deben cumplir los mismos principios: Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo, tratamiento integrado para producir el efecto esperado, tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante).

Por medio de una bomba hidráulica tipo “Lápiz”, el agua es bombeada a una serie de tanques donde se realizan los siguientes procesos:

Floculación: El agua posee sustancias o partículas que se encuentran en suspensión. Para que estas partículas puedan eliminarse, deben ser sometidas a un proceso químico denominado floculación. En este proceso se aplican agentes químicos, denominados coagulantes, que producen que estas partículas se unan formando los “flocs”. Esta aglomeración de partículas, al ser más pesada que cada partícula individual, se asienta, eliminando la turbiedad y permitiendo que el agua pueda clarificarse. Decantación: Se ubica el agua en un tanque donde permanece quieta, produciéndose la separación del líquido y de los sólidos. Estos últimos se depositan en el fondo por su propio peso. Filtración: Es el proceso mediante el cual el agua es separada de la materia en suspensión

haciéndola pasar a través de un elemento poroso, generalmente arena. En síntesis, en la filtración se hace pasar el agua a través de filtros de arena, en donde se eliminan los pocos grumos o flóculos que hayan quedado. El resultado final de la filtración será un agua más clara, eliminando hasta un 95% de todos los microorganismos presentes. Cloración o Desinfección: Es el proceso en el que se destruyen los agentes microbianos que pudiesen estar presentes en el agua. Para ello pueden utilizarse diferentes productos químicos como: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, dióxido de cloro, ozono, etc. Éste es el último paso en la potabilización del agua superficial. Para el caso en el que el agua lluvia es usada para riego no es necesario conducirla a la PTAP, simplemente se bombeada a las redes de riego desde el tanque captador, aplica también para el agua conducida para las piscinas puesto que el tratamiento de la misma la realizara directamente el sistema purificador existente en esta área.

Se cuenta con un segundo tanque captador el cual cumple las funciones de almacenamiento en casos de grandes lluvias evitando el rebose del tanque principal y así mismo regulará el vertimiento final a las calles y sistemas del municipio para lograr el objetivo de mitigar las inundaciones en el mismo.

> Si no se cuenta con un volumen de almacenamiento de agua potabilizada, la capacidad de la planta debe ser mayor que la demanda máxima diaria en el periodo de diseño. Además, una planta de tratamiento debe operar continuamente y con solo la recolección de aguas lluvias se puede operar, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta (Diseprosa, 2015, p. 4).

El segundo factor a tener en cuenta es el tratamiento de las aguas residuales, que pueden provenir de actividades industriales o agrícolas y del uso doméstico. Los

tratamientos de aguas industriales son muy variados, según el tipo de contaminación, y pueden incluir precipitación, neutralización, oxidación química y biológica, reducción, filtración, ósmosis, etc. En el caso de agua urbana, los tratamientos suelen incluir la siguiente secuencia: Pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario.

Las depuradoras de aguas domésticas o urbanas se denominan EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales), y su núcleo es el tratamiento biológico o secundario, ya que el agua residual urbana es fundamentalmente de carácter orgánico.

La PTAP comprende estos dos importantes factores: la potabilización del agua y el tratamiento de las aguas residuales, por eso es tan representativo para cualquier sector ya que facilita la vida de las personas y ayuda al medio ambiente.

Existen más factores dentro del proyecto a pesar que la PTAP es la más relevante para la ejecución del proyecto; dentro de los requerimientos básicos se puede observar que hay unos equipos básicos, materiales indispensables, los cuales de la mano con el talento humano generan la ejecución idónea. A continuación, se puede analizar cada uno de estos requerimientos:

8.1 Diagrama de procesos

El diagrama de procesos es el resumen general de las actividades del proyecto relacionado con el aprovechamiento de las aguas lluvias y el mejoramiento del uso del agua potable. Comprende tres grandes procesos como son: Planeación, ejecución y control de todas las actividades incluidas en el proceso.

Planeación: Organiza las actividades relacionadas con la creación y planeación del proyecto, incluye aspectos a nivel técnico, económico, jurídico y administrativo que se deben tener en cuenta para que se logre satisfacer al cliente en este caso los copropietarios

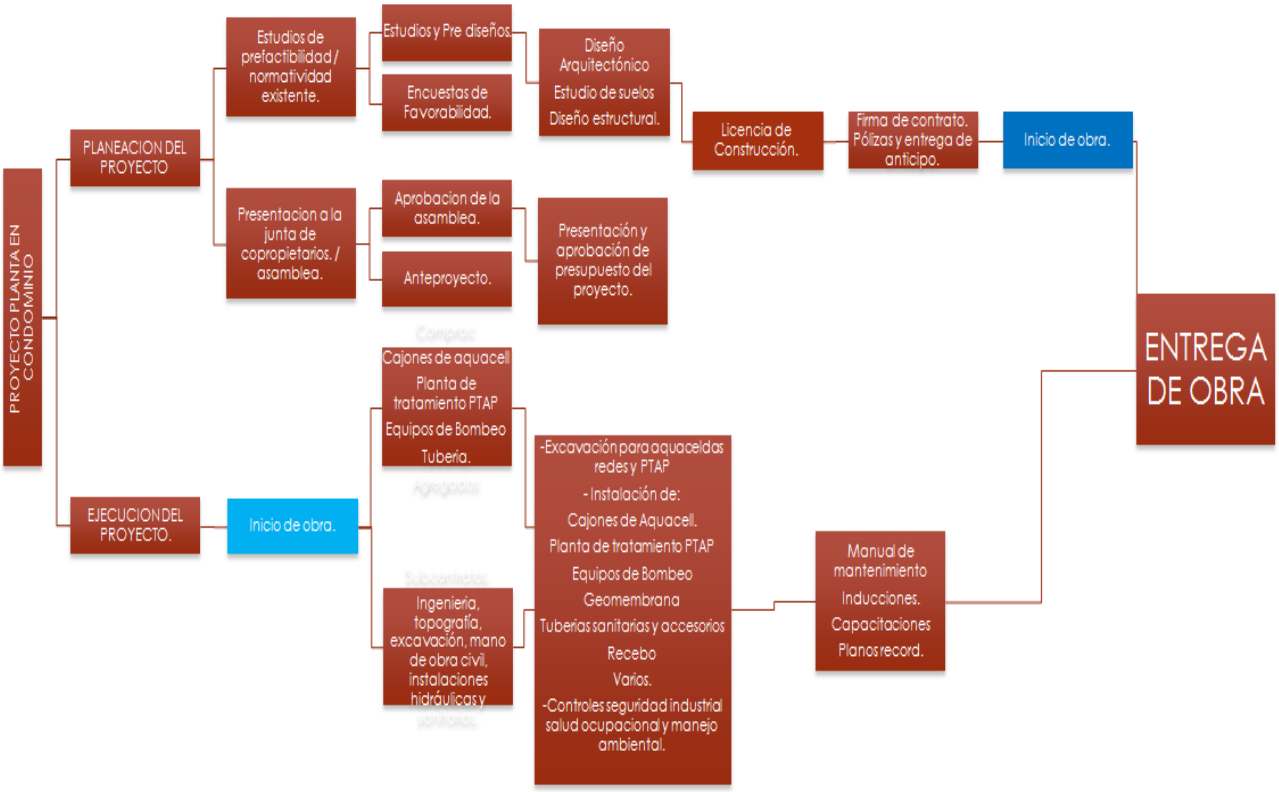
del condominio. Comprende definición del personal y equipos requerido para el proyecto, definición de las actividades a contratar, la selección y evaluación de proveedores y/o subcontratistas, elaboración de un presupuesto interno de obra, elaboración de una programación de obra, evaluación de gastos administrativos, legalización del contrato, solicitudes de maquinaria equipo y materiales que se requieran, consecución y tramite de pólizas, consultas con los diseñadores y con funcionarios del municipio hasta consecución de la licencia de construcción.

Ejecución: Es la realización de todas las actividades que forman parte del proyecto para lograr el cumplimiento del mismo. Se inicia con una construcción de un campamento provisional; localización y topografía en el sitio donde se va a realizar la obra; Se ubican frentes de trabajo con sus responsables; Se ejecuta previamente con el cliente una revisión de los previos vecinos (piscina, salón comunal, casas, vías) que puedan salir afectados con la obra y mediante acta se establece el estado actual de los mismos y al terminar el contrato, estado final; Se hace un acta firmada por las partes para dar inicio a la obra; Se inicia el proyecto de acuerdo con la programación de obra aprobada; Se consigue cotización de materiales, mano de obra y equipos de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos del contrato; Con estas cotizaciones se realizan cuadros comparativos para definir la compra del material y el equipo; Se realiza la obra de acuerdo a planos y especificaciones.

Control: Comprende en forma paralela a la ejecución todos aquellos aspectos relacionados con ensayo de materiales a utilizar, ensayo de laboratorio, ensayo de concretos, pruebas de equipos, análisis de datos, cumplimiento de normas técnicas de los materiales, control de seguridad industrial, revisión continua de documentos de salud ocupacional de todos los trabajadores, revisión de exámenes médicos y afiliaciones, control

del medio ambiente, control de ruido y polución, aislamiento de las áreas a intervenir e inducción a los trabajadores.

Para el cumplimiento de toda la ejecución y control del proyecto se deben hacer comités semanales con el cliente para verificar el cumplimiento de los compromisos pactados durante el transcurso del proyecto. A continuación el diagrama:



Fuente: Elaboración propia

8.1.1 Equipos.

- Cajones de Aquacell.
- Planta de tratamiento de agua potable con dosificador, rejillas, batería de filtración, sistema de desinfección y torre de aireación.
- Retroexcavadora.
- Equipos de bombeo.

8.1.2 Materiales.

- Geo membrana.
- Tubería sanitaria de 4 pulgadas.
- Accesorios PVC.
- Geo textil.
- Tubería entre Aquacelda y la PTAP.
- Tubería entre PTAP y tanque actual.
- Tubería de aguas lluvias 8 pulgadas
- Tubería de agua potable 4 pulgadas.
- Recebo para relleno de tuberías.
- Cemento, arena y gravilla.
- Ladrillo recocido para caja de bombas.

8.1.3 Talento humano.

- Directores del proyecto.
- Ingeniero consultor y diseñador de redes Hidráulicas y sanitarias.

- Topógrafo y cadenero.
- Oficiales y ayudantes de construcción.
- Operarios de maquinaria.

8.1.4 Localización geográfica. En cuanto al lugar donde se llevar a cabo el proyecto encontramos que Girardot es una ciudad de clima cálido, lo que le ha permitido desarrollar una gran diversidad de ofertas turísticas. En las horas de la mañana su clima oscila entre los 20 y 28 grados; en la tarde, entre 30 y 34 grados, y en las noches alrededor de 27 grados, gracias a la brisa fresca proveniente del Río Magdalena. La cabecera municipal está a una altura de 290 m s. n. m., pero su territorio, de 150 km², abarca 70% de relieve montañoso que alcanza 1.000 m s. n. m. (Concejo Municipal de Girardot, 2000).

8.1.5 Especificaciones.

- Aquacelda: Cotización de Pavco. (8 folios)
- Ptap: Cotización de Aquaminas SAS. (16 folios)
- Diseño hidráulico y sanitario: Cotización resalto ingeniera SAS. (3 folios)
- Equipos de bombeo: Cotización de IHM. OSCAR
- Tubería hidráulica y sanitaria: Cotización Norventas.

La diferencia entre PTAP y PTAR radica en el tratamiento que se le da al agua, en la PTAP el agua se somete a procesos de desinfección y aireación para la eliminación total de microorganismo patógenos, mientras que en la PTAR las aguas residuales no pueden ser sometidos a estos procesos de desinfección ya que necesitan de estos microorganismos para la remoción de la materia orgánica (Alarcón, 2017). Además de esta diferenciación es importante resaltar que son procesos diferentes con aguas diferentes, las siglas son

parecidas pero su actividad dentro del proyecto es totalmente opuesta, pues son dos aguas diferentes las que se van a ver tratadas por medio de la planta.

9. Impactos

Un impacto en un proyecto de esta índole es denominado como la contribución significativa de un proyecto al logro del Fin o Propósito, que es un problema sectorial, es un cambio o conjunto de cambios que perduran en la sociedad, la economía el medioambiente y la tecnología, lo cual mejora o degrada sus indicadores, como resultado de la ejecución de acciones de Investigación- desarrollo-innovación. La responsabilidad del logro del “Propósito” está fuera del alcance de la gerencia del proyecto. Por esto es importante hablar de cada uno de los aspectos a los que llega el proyecto, cada uno de los impactos que abarca y la repercusión que tienen en el propósito o fin que se va a ejecutar con la PTAP (Rodríguez & Cobas, 2010).

Por la forma en que se va a ejecutar el proyecto y los procesos que se van a llevar a cabo, no se afirma que existe un impacto tecnológico como tal pero si una implementación de nueva tecnología que hará potencializar los demás impactos. Se ve reflejado principalmente en el impacto ambiental que genera la potabilización de aguas lluvias, por medio de esta planta que al ser altamente tecnológica genera un cambio en la sociedad que se ve beneficiada por su uso.

9.1 Impacto ambiental

Dentro del marco de la ejecución de un proyecto ambientalmente sostenible de estas dimensiones, en este caso el condominio ya está construido en el municipio de Girardot, es importante aclarar los impactos ambientales que este le otorgaría tanto al municipio, como a los residentes del proyecto y además a los vecinos del sector.

Como primera medida el ahorro de consumo actual de agua potable es el primer factor importante a resaltar, debido a que se toma como punto de inicio que el recurso hídrico del planeta es limitado y se deben optimizar al máximo las diferentes alternativas que se tienen para el ahorro de este preciado líquido.

Se busca que el cliente, que a la vez es el beneficiario del proyecto logre generar una meta de ahorro en el consumo de agua mínimo de un 25% ya que no todos los meses se puede lograr el 70% esperado, en los próximos 10 años respecto a los consumos actuales de agua potable y reutilización del agua lluvia, además esto generará unos beneficios ambientales para el proyecto que se ven reflejados en dinero proporcionalmente, como se puede observar en el capítulo financiero.

Se busca demostrar con este tipo de proyectos que lo realmente importante es generar una conciencia ambiental a la comunidad y que siga ganando terreno en el P.O.T, leyes gubernamentales, acuerdos etc., para beneficio de todos los habitantes.

9.2 Impacto social

El proyecto de optimización del uso del agua en parque Central incentiva para que el sector privado impulse y optimice estos procesos planteados a nivel de diseño y construcción y los implemente como ahorro de agua potable y lluvia en proyectos similares por construir o construidos y con esto genere una conciencia de ahorro y uso eficiente del agua.

Se busca incentivar a través de este proyecto de “planta de agua potable en condominio” para que también el Gobierno como mayor ordenador del gasto de este país sea un aliado estratégico con las empresas locales (en el caso de Girardot Aquagir y Serviaseo) promoviendo continuamente en actuales y nuevos proyectos este mercado poco explotado, como ocurre en la ciudad de Bogotá donde ya existe el Decreto Numero 528 de Nov 24 de 2014, por medio del cual se establece el sistema de drenaje pluvial sostenible del distrito capital y se dictan otras disposiciones (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014) teniendo en cuenta que Colombia ha sido reconocido como uno de los países con mayor potencial actualmente en cuanto a recursos hídricos.

El potencial es aún mayor si se tiene en cuenta que en la actualidad existe un polo de desarrollo que ha generado una burbuja inmobiliaria como en el caso del municipio de Ricaurte / Cundinamarca a solo 10 minutos de Girardot, donde se pueden aplicar criterios similares de diseño y construcción de plantas a aprovechamiento del agua en todos los Conjuntos que se están construyendo sin estos sistemas de ahorro desde hace 4 años y a futuro en los próximos 6 años, representando aproximadamente 10.000 viviendas nuevas las cuales serán ejecutadas por grandes constructores del país como Cusezar, ConConcreto, Amarilo, Urbansa, Buenvivir etc, sin contar con el desarrollo en forma similar del municipio de Flandes también cercano a Girardot y cuyo potencial es similar a este municipio.

Incentivar al municipio, secretarias de educación, colegios etc… la inclusión de cartillas y prácticas en colegios y/o establecimientos educativos tipo SENA de la región informando y explicando acerca de los beneficios y funcionamiento de este tipo de proyectos para que sean conocidos a nivel local y nacional, inculcándolos en la básica primaria (niñez) y su continuidad en grados superiores.

Se busca crear una conciencia ambiental dentro de todos los propietarios referente al aprovechamiento adecuado de los recursos hídricos y que este sea uno de los proyectos abanderados frente a la importancia al adecuado uso del agua.

9.3 Impacto económico

Ahorro del 70% significativo en miles de pesos en el valor del consumo mensual actual de agua potable de las unidades de vivienda construidas y futuras por construir dentro del conjunto, que será mejor explicado más adelante en el capítulo financiero.

El proyecto en el tema económico se destaca por promover por medio de este tipo de proyectos en las ciudades, un desarrollo urbano sostenible; buscando que el Gobierno o Entidades particulares en alianzas público-privadas o asociadas entre otras a Camacol, Cámara Colombiana de la Infraestructura, Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles, CAR, Gobernación etc., ofrezcan mejores tasas de financiación y/o preferenciales que beneficien tanto al Constructor como al Comprador de aquellas viviendas que ofrezcan estas alternativas de ahorro.

Con este tipo de proyectos se puede aplicar a través del consejo colombiano de construcción sostenible a una certificación internacional tipo EDGE (Excellence in desing for greater efficiencies) creada por la corporación financiera internacional IFC que a su vez hace parte del banco mundial. En Colombia el socio de estas entidades es Camacol quien busca promover diseños, materiales y procesos constructivos con parámetros internacionales de sostenibilidad. La meta que se ha propuesto Camacol y IFC para el año 2024 es que una de cada 5 edificaciones estén certificadas. Tendrán que alcanzar como mínimo “ahorros de un 20% en energía, 20% de agua y 20% en energía incorporada en materiales de construcción” (Camacol, 2017, párr. 5) para obtener este certificado

sostenible, en el caso de nuestro proyecto estaríamos cumpliendo con el 20% de ahorro de agua.

El incremento anual de las tarifas que genere la planta PTAP será menor al incremento de las tarifas de los servicios públicos. Ahorro de un 30% en el gasto de agua potable que se verá reflejado en el capítulo financiero, donde se explica que en la actualidad el conjunto lo está utilizando para sanitarios, zonas verdes, mantenimiento de zonas húmedas de 2 piscinas y aseo de zonas comunes de 120 casas.

El proyecto permitirá un ahorro importante en los costos de operación y mantenimiento por parte del municipio de las redes de aguas lluvias del sector al disminuir ostensiblemente los vertimientos por parte del proyecto al no votar el agua lluvia de las cubiertas hacia a las calzadas puesto que será reutilizada.

Buscar patrocinios, subsidios o descuentos con aquellas empresas líderes en el mercado que actualmente comercializan materiales y/o equipos para el montaje y funcionamiento de este tipo de proyectos como el caso de Pavco, Aquaminas, IHM, Grundfos, Barnes etc. Invitándolos a participar como invitados a las asambleas ordinarias y/o extraordinarias de propietarios donde se socialicen estos temas.

El proyecto permitirá lograr un mayor valor agregado del costo por metro cuadrado de las viviendas que posean este tipo de sistemas de sostenibilidad, economía en menor gasto de agua en litros por segundo para 120 unidades de vivienda.

10. Riesgos

- **Riesgo financiero**: se derivan de las operaciones del negocio que desde el punto de vista interno comprenden los costos operacionales y de capital, y de manera externa las variaciones del mercado. Estos factores son altamente significativos para plantas de tratamiento debido a la necesidad de sostenibilidad y el hecho que sean privados los

proyectos de esta índole. Por este lado es poco viable que se privatice porque el resultado y valor de la obra será ligado directamente a la propiedad horizontal y esta será dueña de la misma. En términos de sostenibilidad es directamente responsabilidad de la misma hacer adecuaciones y sus respectivos controles por medio de la cuota de administración de los inquilinos. El único riesgo financiero que puede existir dentro del proyecto va a verse reflejado en alguna catástrofe de la naturaleza que pueda afectar la ejecución del proyecto y por ende obligar a la inyección de un nuevo capital (Consorcio HTA, 2008)

- **Riesgo comercial**: principalmente se debe al no pago de las deudas u obligaciones de los usuarios, en el caso de empresas de acueducto no es de gran impacto en general (nacional e internacionalmente) debido a la posición de monopolio de los sistemas de acueducto siempre y cuando se pueda contar con una adecuada vigilancia de la red de acueducto de manera que los usuarios que han sido desconectados no se reconecten nuevamente. No hay un riesgo comercial inminente debido al modo de uso y de adquisición de los mismos. Esto permite que todas las personas compren y hagan el respectivo pago de la cuota de manera fácil y rápida. Vale la pena aclarar que al finalizar el primer año se va a ver reflejado el ahorro en la factura, por ende no habrá problema en pagar “menos” que antes, ya que incluyendo la mantención de la PTAP la inversión sigue siendo de bajo riesgo. (Consorcio HTA, 2008).
- **Riesgo a la salud pública**: este riesgo es de suma importancia si se presenta algún fallo en los procesos de producción o distribución que pudieran interrumpir el suministro o afectar la calidad fisicoquímica o microbiológica del agua. Sus orígenes pueden ser humanos, de infraestructura, maquinaria o equipos. Pueden manifestarse de manera inmediata por lo que hay poco tiempo para contrarrestar sus efectos o tomar acciones. Este proyecto no va ligado a este riesgo o no le compete puesto que la ejecución de la PTAP será

el mecanismos de potabilización del agua por ende no tiene ni químicos ni nada que pueda afectar la calidad del agua en cualquier aspecto, esto es más común en las plantas de tratamiento en aguas negras o en fábricas productoras de materiales contaminantes (Consorcio HTA, 2008).

- **Riesgo ambiental**: impacto sobre el medio ambiente que las operaciones del acueducto pueden causar. Estos pueden generarse de manera directa o como consecuencia de acciones realizadas para contrarrestar otras fallas de la operación. En caso de un fallo en la operación y/o ejecución del proyecto, se corre el riesgo de que se vea afectado en un 25% que representa el precio sombra del impacto ambiental que tiene la PTAP con respecto a la actividad financiera. Un precio sombra es el precio en pesos en este caso, que se le da al impacto ambiental en proporción al proyecto, es un estimado de las cifraas que salen del consumo actual contra el futuro. En otras palabras el precio sombra ambiental está reflejado en un 25% financieramente hablando, y el riesgo que se corre es perder ese beneficio que se recibe tras las ejecución del proyecto. (Consorcio HTA, 2008).
- Riesgo en la reputación es a menudo el mayor miedo de los operadores de un acueducto, pues este riesgo se materializa perdiendo la confianza del consumidor. De haber algún fallo en la ejecución o no cumplir con lo establecido a los consumidores, se corre el riesgo de perder la reputación y que el consorcio se vaya abajo. Este es de suma importancia pero se busca cerrar la brecha lo más posible para no fallar en nada de lo pactado ya previamente. Como contingencia se tiene programado que si se ve alguna anomalía o retraso se les avisará directamente a la junta directiva para que no vaya a afectar a ninguno de los dos bandos (Consorcio HTA, 2008).
- Riesgo de incumplimiento legal: a nivel estatal se fijan parámetros mínimos a cumplir en la calidad del agua producida. Este aspecto también cubre riesgos que aunque

no están contemplados por el legislador si pudieran atribuirse a negligencia del operador del acueducto. Dentro del marco de éste trabajo también se incluyen estos riesgos. Legalmente cada uno de los procesos tiene un margen de retraso, pero para evitar correr el "riesgo" de incumplir, siempre se va a tratar de ir adelante a la programación y ganar preciados minutos con el día a día. Por este riesgo es necesario ir al margen de la programación y buscar adelantos diarios en la misma, que si al final de la ejecución hay algún imprevisto es mejor y adelante para no incumplir ninguna cláusula que pueda afectar este riesgo y asimismo generar un sobrecosto. (Consorcio HTA, 2008).

11. Estudio administrativo / organizacional

Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
No se tiene estudio estadístico de las fallas de los equipos.	Certificación de las normas ISO 9001:2008 para todas las plantas de tratamiento	Adopción de medidas de mejora continua en todas las PTAP.	La dificultad que se puede presentar al negociar con la junta directiva para la implementación de la planta.
Pocos proyectos elaborados por parte de la gerencia.	Ambiente estable, sin competidores que pongan en riesgo las ventas.	La necesidad de reducción de costos de agua manifestada por algunos residentes.	Climatología con pronóstico de poca lluvia en algunas temporadas.

Cada planta tiene una política de mantenimiento diferente.	Establecer campaña de reconocimiento en la región, para futuros proyectos.	La mayoría de aguas para el consumo humano del municipio permiten su tratamiento.	Cambio de normatividad, códigos o leyes en cuanto al uso de plantas.
Falta de programas de saneamiento rural en el municipio.	Adopción de políticas de mejora por parte de la gerencia de proyectos.	Proyecto altamente amigable con el medio ambiente.	Daños y reparaciones de alto costo en las plantas de PTAP.
Operación desde Bogotá podría afectar el control de la ejecución del proyecto.	Grandes programas tecnológicos actuales en el mercado para la elaboración de diseños.	Alto impacto en los proyectos previos ejecutados.	
	Inversión con plan de retorno a dos años y ahorro a futuro.		

11.1 Objeto social

Este consiste en ofrecer un producto, a saber, un equipo de tratamiento de agua potable y un sistema de almacenamiento de agua lluvia, llamado Aquacelda, a la vez un servicio de consultoría, ingeniería, ejecución de obra civil y montaje, todo lo anterior acompañado de un presupuesto y una programación para ser instalado en un condominio residencial ya construido y habitado en la ciudad de Girardot (Cundinamarca).

Por medio de un producto se fortalece un servicio y es allí cuando se convierte en una necesidad para el cliente, quien al ver la importancia que tiene la inserción de la PTAP y los beneficios que le trae a futuro, siente la necesidad de aceptar la inversión y la implementación del proyecto.

12. Estudios financieros

Se plantea por parte del consorcio DyS el siguiente análisis financiero para mostrar la rentabilidad del proyecto, aclarando que éste no es un proyecto que requiera inversiones de capital por cuanto no hay necesidad de comprar por parte del consorcio ningún tipo de activo fijo, el cual tiene dos componentes: el primero corresponde a la inserción de una planta de tratamiento de agua potable, y el segundo componente es el beneficio que adquiere cada uno de los habitantes del condominio con la ejecución del proyecto.

En síntesis, se presentan las siguientes cifras globales en un horizonte de 2 años:

Rubro	Valor COP
Ingresos totales	$ 267.333.006
Costos de ventas	$ -
Gastos operacionales	$ 243.030.005
Utilidad operacional	$ 24.303.001

Utilidad neta	$ 21.303.001

Fuente: Elaboración propia

Las inversiones suman un total de $267.333.006 de pesos, y se distribuyen de la siguiente forma:

Inversiones	Valor COP
Inversiones inquilinos	$ 267.333.006
Total	$ 267.333.006

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis financiero se utiliza la metodología utilizada es la de Flujo de Caja el cual debe reflejar con la mayor precisión el desarrollo del proyecto; es decir, debe incorporar el flujo de ingresos y egresos que se tienen previstos para el proyecto. Se construye el Flujo de Caja por 4 años, a partir de la estimación de los ingresos; en tanto que los egresos están relacionados con los Costos, los Costos de Operación y Mantenimiento, las Inversiones, Impuestos; entre otros. Este flujo permite determinar la caja real operativa que genera el proyecto a lo largo del tiempo para poder recuperar la inversión realizada.

En la estructuración financiera del proyecto, se analizan las fuentes de financiación del proyecto (Financiación Interna – Aportes de los socios y/o Financiación Externa - Obligaciones Financieras), dado que lo que se busca es determinar la rentabilidad que el proyecto le genera al inversionista. El objetivo de la construcción del Modelo Financiero es determinar la rentabilidad que el proyecto genera. Por lo tanto, se requiere la modelación de las variables críticas del modelo.

Partiendo de las proyecciones de ingresos operacionales, costos de operación y mantenimiento, y de la inversión a realizar, se construye el Flujo de Caja del Proyecto, el cual será el empleado para determinar la rentabilidad que genera el mismo. Las proyecciones tanto de Flujo de Caja como de los Estados Financieros se hacen anuales en pesos constantes del mes de referencia el cual es 31 de diciembre de 2017.

Para la elaboración del modelo, se tuvo en cuenta las diferentes estimaciones realizadas por el asesor técnico:

a) Inversión estimada según el tipo de intervención (Construcción y Mantenimiento). La estimación de la inversión en la planta de producción.

b) Demanda de proyectos concentrados de la zona de influencia.

c) Costos de mantenimiento.

Adicionalmente, a los conceptos anteriores se determinaron entre otros:

a) Costos de operación del proyecto, dentro de los que se identifican entre otros: mantenimiento rutinario, y costos de operación.

b) Los gastos de administración: Personal administrativo, gastos generales, entre otros.

c) Impuestos nacionales, departamentales y municipales que apliquen

d) Costos financieros.

Con este cálculo y junto con el análisis de otras variables importantes que permiten determinar el capital de trabajo y el nivel de endeudamiento del Proyecto, se obtiene la proyección del Balance General, dentro del cual está incluida implícitamente la Proyección del Estado de Pérdidas y Ganancias, y la Proyección del Flujo de Caja.

12.1 Modelo Financiero - Estados Financieros

Hace referencia a las hojas que forman parte del modelo financiero y que se construyen partiendo de las proyecciones de ingresos y egresos. Para este caso tenemos Balance General, y Flujo de Caja.

Balance General: En el Balance General se presentan los niveles de liquidez, endeudamiento y aportes de capital.

EMPRESA			
BALANCE GENERAL AL 1 DE NOVIEMBRE DE 2017			
ACTIVO		PASIVO	
Activo Circulante		Pasivo Circulante	
Caja y Bancos	$267.333.006	Proveedores	$157.100.000
Inversiones a corto plazo	$0	Acreedores	$64.500.000
Cuentas por cobrar	$0	Cuentas por pagar	$14.056.198
Inventario	$0	ISR por pagar	$7.373.807
Total Activo Circulante	$267.333.006	Anticipo de clientes	$0
		Total Pasivo Circulante	$243.030.005
Activo Fijo			
		Pasivo a Largo Plazo	
Edificios	$0		
Terrenos	$0		
Depreciación acumulada	$0	Documentos por pagar a largo plazo	$0
Mobiliario y equipo.	$0	Total Pasivo Circulante	$0
Depreciación acumulada	$0		
Equipo de transporte	$0		
Depreciación acumulada	$0	SUMA DEL PASIVO	$243.030.005
Equipo de cómputo	$0		
Depreciación acumulada	$0		
Total Activo Fijo	$0		
		PATRIMONIO	
Activo diferido		Capital social	$0
		Reservas	$0
Rentas pagadas por anticipado	$0	Resultados de ejercicios anteriores	$0
Otros activos diferidos	$0	Resultados del ejercicio	$24.303.001
Total Activo Diferido	$0	Total Capital contable	$24.303.001
SUMA DEL ACTIVO	$267.333.006		
		SUMA DEL CAPITAL CONTABLE	$24.303.001
		SUMA DEL PASIVO + CAPITAL CONTABLE	$267.333.006

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja del Proyecto: Representa los flujos de ingresos y egresos de dinero reales que tiene el proyecto.

EMPRESA								
Estado de flujo de efectivo								
		Periodo inicia en:		ene-18				
	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18
Efectivo disponible al inicio del mes	0	26.000.000	13.000.000	0	0	0	0	0
Ingresos en efectivo								
Cobros inquilinos	$267.333.006							
Cobranza	$0							
Créditos /otros ingresos	$0							
Total Ingresos en efectivo	$267.333.006	$0	$0	$0	$0	$0	$0	$0
Efectivo Total Disponible (antes de los retiros)	$267.333.006	$26.000.000	$13.000.000	$0	$0	$0	$0	$0
Egresos en efectivo								
Compra de mercancía	154.100.000							
Compras (Equipo propio)	3.000.000							
Sueldos brutos	34.000.000	13.000.000	13.000.000					
Otros gastos de nómina	4.500.000							
Artículos de oficina (de oficina y operativos)								
Mantenimiento	2.000.000							
Gastos de publicidad								
Autos, entregas y viajes	1.171.963							
Contabilidad y legal								
Renta								
Teléfono								
Servicios públicos								
Seguros	5.484.235							
Impuestos	7.373.807							
Intereses	24.303.001							
Otros gastos (Imprevistos + Refrigerios)	5.400.000							
SUBTOTAL	$241.333.006	$13.000.000	$13.000.000	$0	$0	$0	$0	$0
Reserva y/o en depósito								
Retiro de los accionistas	0							
Total Egresos en efectivo	$241.333.006	$13.000.000	$13.000.000	$0	$0	$0	$0	$0
Posición de Efectivo (fin de mes)	$26.000.000	$13.000.000	$0	$0	$0	$0	$0	$0

Fuente: Elaboración propia

Evaluación Financiera: Presenta los principales indicadores que muestra la viabilidad financiera del proyecto, el proyecto será financieramente viable si la TIR del proyecto es superior a la TIO y el VPN es mayor a cero, lo cual implica creación de valor.

Evaluación Financiera	
TIR	65,31%
TIO	25%
VPN (TIO)	178.245.000

Fuente: Elaboración propia

El resultado anterior permite evidenciar la viabilidad del proyecto en este componente, durante este párrafo se detallará la información referente al ámbito económico. En este componente se puede observar el índice al alta de la tasa interna de retorno (TIR), el cual es de 65.31%, superior a la tasa interna de oportunidad (TIO) que se estima en el 25%, dando así una rentabilidad relativamente alta a corto plazo de la inversión realizada. Igualmente, el VPN calculado a la tasa interna de oportunidad (TIO) resulta ser de $178.245.000 pesos, un valor positivo evidentemente alejado al 0, el cual resulta siendo un 67% de la inversión total de los inquilinos.

Otro componente que se evaluó fue la proyección de los ahorros y los costos del proyecto y lo que indica la tabla es que todos los propietarios de las unidades de vivienda recuperan su inversión en 17 meses, representados en la tasa interna de retorno y a partir del mes 18, comienzan a verse beneficiados por el ahorro en el consumo de agua. Esto es beneficio personal para cada propietario.

Se debe agregar el beneficio común para todo el conjunto relacionado entre otros con los bajos consumos de agua tratada utilizada para el riego de zonas verdes. Representa también un beneficio ambiental por cuanto se sustenta como un proyecto auto sostenible y amigable con el medio ambiente.

			Consumos actuales / mes				
	Unidad	Cantidad	acueducto	alcantarillado	aseo	Subtotal	Total
Unidades de vivienda	Unidad	300	$ 35.000,00	$ 35.000,00	$ 10.000,00	$ 80.000,00	$ 24.000.000,00
Zonas comunes	Unidad	1	$ 600.000,00				$ 600.000,00
						Subtotal	$ 24.600.000,00
			Consumos Futuros / mes				
	Unidad	Cantidad	Acueducto	alcantarillado	aseo	Subtotal	Total
Unidades de vivienda	Unidad	300	$ 10.500,00	$ 10.500,00	$ 3.000,00	$ 24.000,00	$ 7.200.000,00
zonas comunes	Unidad	1	$ 100.000,00				100000
						Subtotal	$ 7.300.000,00
						Ahorro	**$ 17.300.000,00**
			Presupuesto del proyecto	$ 278.630.150,00			
			Recuperacion de la inversión	16,11	meses		

Fuente: Elaboración propia

La proyección realizada demuestra el beneficio y el ahorro que se va a generar para los propietarios con el pasar de 10 años, donde los ingresos superan a los ingresos por más del triple del valor. Se tuvo en cuenta un mantenimiento anual que no es obligatorio y el que se hace a los 5 años generalmente, también la inversión inicial que se ve recuperada al empezar el cuarto año. Se calcula el ahorro anual del condominio según el estudio realizado

previamente para ver la rentabilidad del proyecto, donde mensualmente se ahorran 17 millones y un poco más.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta es el pago normal del primer año que se hará pues la planta empieza a funcionar un año después de que da inicio el proyecto. También se calcula con unos imprevistos anuales de cinco millones que de no ser necesitados harán parte del ahorro. La planta tiene una vida útil mayor a 10 años por ende los ingresos pueden ser mayores. El precio sombra ambiental se ve representado en un 25% de incidencia sobre el proyecto ambientalmente hablando, quiere decir que el 25% del ahorro anual corresponde al impacto que tiene el medio ambiente en este proyecto.

De esta evaluación se puede concluir que el proyecto es una inversión que genera una rentabilidad alta, un ahorro constante y un impacto en la sociedad. Es rentable desde todos los puntos que se le mire, sin embargo a largo plazo (10 años) se ve reflejado que con el ahorro y el impacto ambiental que genera, logrando llegar a la cifra de $1.868.400.000 con tan solo una inversión de $626.333.005. Esto representa una rentabilidad casi del 300%, lo cual indica que con el pasar de diez años las personas involucradas tendrán ganancias potenciales frente a la inversión.

	DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	TOTAL
INGRESOS	AHORRO ANUAL CONSUMO	-	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 207.600.000	$ 1.868.400.000
	PRECIO SOMBRA AMBIENTAL		51900000	51900000	51900000	51900000	51900000	51900000	51900000	51900000	51900000	
	TOTAL	$ -	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 259.500.000	$ 1.868.400.000
EGRESOS	INVERSION INICIAL	$ 267.333.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$ 267.333.005
	PAGO PRIMER AÑO ACUEDUCTO	$ 288.000.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$ 288.000.000
	MANTENIMIENTO	-	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 2.000.000	$ 18.000.000
	MANTENIMIENTO 5 AÑOS	-	-	-	-	-	$ 3.000.000	-	-	-	-	$ 3.000.000
	IMPREVISTOS	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 5.000.000,00	$ 50.000.000
	TOTAL	$ 560.333.005	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 10.000.000	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 7.000.000	$ 626.333.005

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- Como conclusión se evidencia que la Aquacelda y la PTAP serán las encargadas de que se ejecuten de manera efectiva los objetivos, tanto generales como específicos.

- Se puede concluir que el objetivo de que el proyecto sea de bajo costo será efectivo, pues se logra un ahorro notable a partir del mes 16 posterior a la ejecución.

- La limitación se ve ligada a la dependencia de los estudios y diseños de especialistas. Además de la variación en las estadísticas de las lluvias en el sector.

- Se recomienda a la comunidad ser más participe en proyectos de esta índole, pues son favorables para el medio ambiente y la auto sostenibilidad.

Referencias

Acuaminas. (5 de abril de 2018). Entrevista a empresa de suministro e instalación de plantas de agua potable. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Alarcón, M. (11 de junio de 2017). *Procesos de tratamiento de una (PTAR y PTAP)*. Recuperado el 20 de noviembre de 2017, de Prezi.com: https://prezi.com/yxttiuqzvfrt/procesos-de-tratamiento-de-una-ptar-y-ptap/

Alcaldía Mayor de Bogotá. (24 de noviembre de 2014). *Decreto 528. Por medio del cual se establece el sistema de Drenaje Pluvial Sostenible del Distrito Capital, se organizan sus instancias de dirección, coordinación y administración; se definen lineamientos para su funcionamiento y se dictan otras (...)*. Recuperado el 17 de marzo de 2018, de Alcaldía Mayor de Bogotá: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60065

Camacho, J. Á. (3 de abril de 2018). Entrevista personal a evaluador financiero proyectos. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Camacol. (15 de agosto de 2017). *Edge, la transformación hacia la construcción sostenible en Colombia*. Recuperado el 17 de marzo de 2018, de Prensa-Noticias: https://www.camacol.co/?q=prensa/noticias/edge-la-trasformaci%C3%B3n-hacia-la-construcci%C3%B3n-sostenible-en-colombia

Alegría M. Planta de tratamiento de agua potable. (20 de agosto de 2017). Recuperado 13 de febrero de 2018, de: http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php

Concejo Municipal de Girardot. (07 de diciembre de 2000). *Acuerdo 029. Por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial del municipio de Girardot*. Recuperado el 19 de noviembre de 2017, de ftp.ani.gov.co: ftp://ftp.ani.gov.co/Iniciativas%20Privadas/Bogota%20Girardot%20tercer%20Carril/8.%20ANALISIS%20AMBIENTAL,%20SOCIAL%20Y%20PREDIAL/8.2%20%20PREDIAL/Anexo%2012/GIRARDOT/ACUERDO%20P.O.T..pdf

Consorcio HTA. (16 de abril de 2008). *Planta de tratamiento de aguas residuales Bello*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de Documento No: HTA-A-RP-01-10. Estudio de Impacto Ambiental: http://www.grupo-epm.com/site/Portals/22/Docs/documentos_de_interes/ptar_bello/hta-a-rp-01-10-c09-r2.pdf?ver=2015-06-16-124546-02

Sala de redacción (13 de noviembre de 2017) ADN. Edificaciones sostenibles. Recuperado el 29 de septiembre de 2017

Sala de redacción (06 de octubre de 2017) EL TIEMPO. Construcción sostenible. Recuperado el 12 de agosto de 2017

Diseprosa. (2015). *Plantas de tratamiento de aguas*. Recuperado el 19 de noviembre de 2017, de Feria - Catálogos y documentos: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87264/Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas.pdf

European Court of Auditors. (2009). *The effectiveness of structural measures spending on waste water treatment for the 1994-99 and 2000-06 programme periods*. Recuperado el 20 de noviembre de 2017, de Special Report Nº 3: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR09_03/SR09_03_EN.PDF

Consorcio San Agustín (19 de septiembre de 2017). Obra Puma. Modelo de contrato y modelo de acuerdo consorcial. Recuperado el 3 de febrero de 2017.

Flórez, G. (30 de marzo de 2018). Al 2030, edificios nuevos deben ser sostenibles. *El Tiempo*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de http://www.eltiempo.com/economia/sectores/al-2030-edificios-nuevos-deben-ser-sostenibles-199596

Gómez, O. (3 de abril de 2018). Entrevista a director obra Puma. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Hoyos, R. (2 de abril de 2018). Entrevista a gerente de proyectos de construcción. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

IDEAM. (2017). *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales*. Obtenido de Zona aeropuerto Santiago Villa / Flandes.

Martínez, D. (2 de abril de 2018). Entrevista personal a arquitecto ACECUMA Constructora. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Pavco. (20 noviembre de 2017). Fichas técnicas sistema AquaCell de pavco/mexichem. Recuperado el 13 de septiembre de 2016.

Norventas. (4 de abril de 2018). Entrevista a distribuidores de tuberías y acuaceldas. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Ospina, Á. (30 de marzo de 2018). Entrevista personal a gerente técnica de empresa dedicada a proyectos sostenibles. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Pantoja, S. (29 de enero de 2012). *Conferencia de Estocolmo 1972 y Conferencia de 1992*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de Derecho Ambiental: http://derechoambientalcuvate.blogspot.com.co/2012/01/conferencia-de-estocolmo-1972-y.html

Pérez, R. (2015). *Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones.* Bogotá, D. C.: ECOE.

Radio Colina. (julio de 2017). *Girardot*. Recuperado el 20 de noviembre de 2017, de Generalidades: http://radiocolina.com/girardot/

Reyes, D. (25 de marzo de 2018). Entrevista personal a residente de obra del Edificio Puma. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Rodríguez, R., & Cobas, M. (2010). *Metodología de evaluación de impactos de proyectos de investigación*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanza: http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/45/078/45078486.pdf

Sánchez, A. (28 de marzo de 2018). Entrevista personal al gerente propietario de Resalto Ingeniería (Diseño sistemas de aguas lluvias, potable y residuales). (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Serrano, D. (5 de abril de 2018). Entrevista personal a profesor de la Universidad Manuela Beltrán. (L. D. Hoyos, Entrevistador)

Strabag. (09 de junio de 2015). *Projects water- and waste water treatment*. Recuperado el 19 de noviembre de 2017, de Databases - Internet - Public content: http://www.strabag.com/databases/internet/_public/content.nsf/web/18D3EECBC19FD7F3C1257E8F00364946

Brinceño, L. (27 de agosto de 2017). Plano urbanización. Planta de urbanismo, localización, cortes de vías, cuadro general de áreas y cuadro de lotes urbanización Parque central Girardot Cundinamarca. Recuperado febrero de 2005