



TRABAJOS FINALES DE MAESTRÍA

AQUAMAX EP – EL DESAFIO DE LA DISTRIBUCION.

**Propuesta de caso presentado como requisito
parcial para optar al título de:**

Magister en Administración de Empresas

Por la estudiante:

SUSANA RAFAELA DUNKLEY TOMALÁ

Bajo la dirección de:

Ing. Raúl Carpio Freire, MBA

Derechos Reservados © Universidad de Especialidades Espíritu Santo; Av. Samborondón, Samborondón 092301, Ecuador. UEES prohíbe cualquier forma de reproducción, almacenaje o transmisión de la totalidad o parte de esta obra, sin autorización por escrito.

**Universidad Espíritu Santo
Facultad de Postgrado
Guayaquil - Ecuador
Junio de 2019**

MBA-P-2017-2019

Caso: AQUAMAX EP – El Desafío de la distribución.

Introducción

A mediados de enero del 2018, Susana Dunkley se encontraba en su oficina ubicada en el centro de la ciudad de Santa Clara, redactando un informe que sería presentado la mañana siguiente al Directorio de AQUAMAX EP. Ella en calidad de Gerente General, debía hacer frente a la difícil situación que atravesaba la empresa.

AQUAMAX EP, tenía a su cargo la distribución de agua potable en la provincia de Santa Clara, sin embargo, desde hace aproximadamente dos meses, existían problemas de presión de agua en diferentes zonas, lo que ocasionó un grave desabastecimiento en las periferias de las ciudades principales y las comunas más remotas. Las medidas adoptadas hasta el momento (arreglos de fugas en diferentes puntos de la red de distribución, aumento del bombeo a su máxima capacidad, horarios específicos para el abastecimiento, entre otras), no estaban dando resultados. Adicional a ello, la empresa estaba registrando bajos ingresos en la recaudación, situación que empezaba a afectar de manera considerable las finanzas de AQUAMAX EP, poniendo en riesgo su sostenibilidad.

Día a día el escenario se complicaba, los reclamos de los pobladores de Santa Clara no se hacían esperar. Desde diciembre del 2017, era habitual ver a los comuneros realizar plantones y movilizaciones en distintos puntos de la provincia, exigiendo el abastecimiento de agua potable, mientras los medios de comunicación hacían eco del problema culpando a la administración de turno, sin conocer todos los detalles técnicos que se encontraban detrás. Esta mala publicidad, estaba dañando la imagen de la empresa e incrementaba la necesidad de quienes requerían desesperadamente el líquido vital.

Susana sabía que era importante remediar el problema de desabastecimiento de agua en la población, así como, incrementar los ingresos de la empresa antes que empiece a tener problemas de liquidez. Ella debía decidir qué hacer para solucionar la

problemática sin que esto implique una inversión que sobrepase el presupuesto con el que contaba AQUAMAX EP.

Dunkley, sentada en su escritorio, recordó los diferentes desafíos que superó exitosamente en el pasado, cuando desempeñó durante 10 años el cargo de Directora de operaciones y suministros en una empresa de servicios petroleros. Ahora con sólo tres meses ocupando el cargo de Gerente General en AQUAMAX EP, esta Ingeniera en Gestión Empresarial, con una Maestría en Administración de Empresas y amplia experiencia en el área de planificación estratégica y administración de proyectos, se encontraba frente a la decisión estratégica más importante de su carrera.

Antecedentes de la empresa AQUAMAX EP.

Antes del año 2008, los cantones de Santa Clara, Río Fuerte y la Rivera, ubicados en la península de Santa Clara eran parte de Rio Grande, una de las provincias más importantes del Ecuador. Sus cabeceras cantonales¹, a principios de la década de 1990, sumaban alrededor de 150.000 habitantes, a pesar de ello, estas zonas carecían de los servicios básicos de agua potable y saneamiento, sus pobladores obtenían el líquido vital por medio de pozos profundos, lo cual ponía en riesgo su salud y calidad de vida.

Ante esta problemática, el gobierno de turno se vio en la necesidad de emprender un proyecto para proveer el servicio mencionado a varios sectores de la península de Santa Clara, entre ellos las cabeceras cantonales de Santa Clara, Río Fuerte y la Rivera, por lo que entre 1990 y 1997, se puso en ejecución el proyecto denominado Obras Complementarias de Infraestructura y Potabilización de la Provincia de Santa Clara (ACOMIPSCLA). A través del proyecto se construyó una planta depuradora de agua, la cual se encuentra conformada por:

- Estación de Bombeo de Agua Cruda, la cual cuenta con 3 equipos verticales de bombeo.
- Planta Potabilizadora de Agua, con su respectiva estación de cloración.
- Reservorio Central (ver anexo 1)
- Sistemas o red de distribución.

El proyecto mencionado tenía como finalidad abastecer de agua potable y servicio de saneamiento a los pobladores de las cabeceras cantones de la península de

¹ Zonas del cantón donde se ubica la mayor cantidad de pobladores.

Santa Clara, que habitaban en un radio de inferior a los 1500 km², por lo tanto, el proyecto sólo cubriría esa distancia (ver anexo 2). De manera adicional, los diseñadores del proyecto, basados en las últimas estadísticas demográficas, consideraron un crecimiento poblaciones del 20% en los siguientes 10 años (2010), luego de este lapso de tiempo y ante una mayor demanda, se realizarían trabajos para incrementar la producción, los cuales estaban comprometidos dentro del proyecto inicial.

Una vez concluido el proyecto, se hizo necesaria la creación de una empresa que se encargara de dotar, implementar, prestar, operar y mantener el servicio de agua potable y saneamiento de Santa Clara, bajo esta misiva nace en el año 2000 la primera Empresa Pública de Agua Potable de Santa Clara AQUAMAX EP. La estructura organizacional se conformó de la siguiente manera:

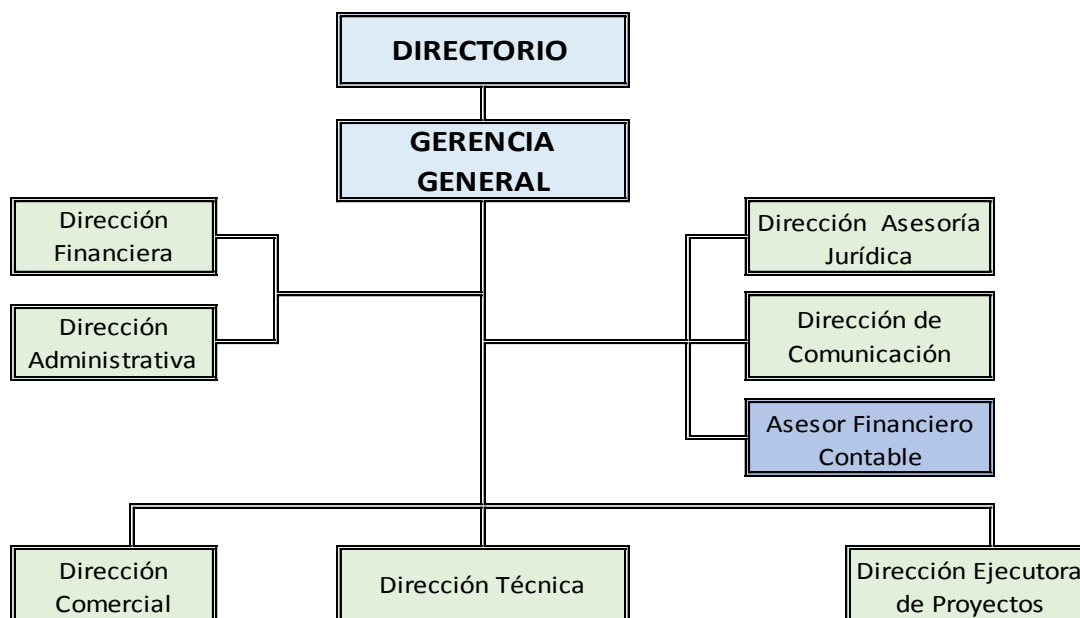


Figura 1. Organigrama estructural de la empresa AQUAMAX EP.

En el año 2009 empezó a ser dirigida de manera mancomunada, es decir los Alcaldes de los cantones Santa Clara, La Rivera y Río Fuerte pasaron a formar parte del Directorio y a manejar la empresa dentro del marco legal. La administración es llevada a cabo por el Gerente General, quien se encarga de tomar las decisiones de mayor impacto técnico-administrativo, con base en los diferentes informes emitidos por cada uno de los directores departamentales. Actualmente este puesto es ocupado por la Ing.

Susana Dunkley, la misma que fue seleccionada por el Directorio debido a su amplia preparación y experiencia.

Crecimiento poblacional.

Entre los años 1995 y 2007, la Península de Santa Clara, se convirtió en un importante gestor económico debido al desarrollo de actividades como el comercio, la pesca industrial y el turismo. Este factor sumado a su crecimiento poblacional e industrial, la llevaron a alcanzar la provincialización en el año 2008. Para formar la nueva provincia de Santa Clara se unieron los cantones Santa Clara, La Rivera y Río Fuerte, constituyendo una unidad político-administrativa conformada por 8 parroquias distribuidas en los tres cantones.

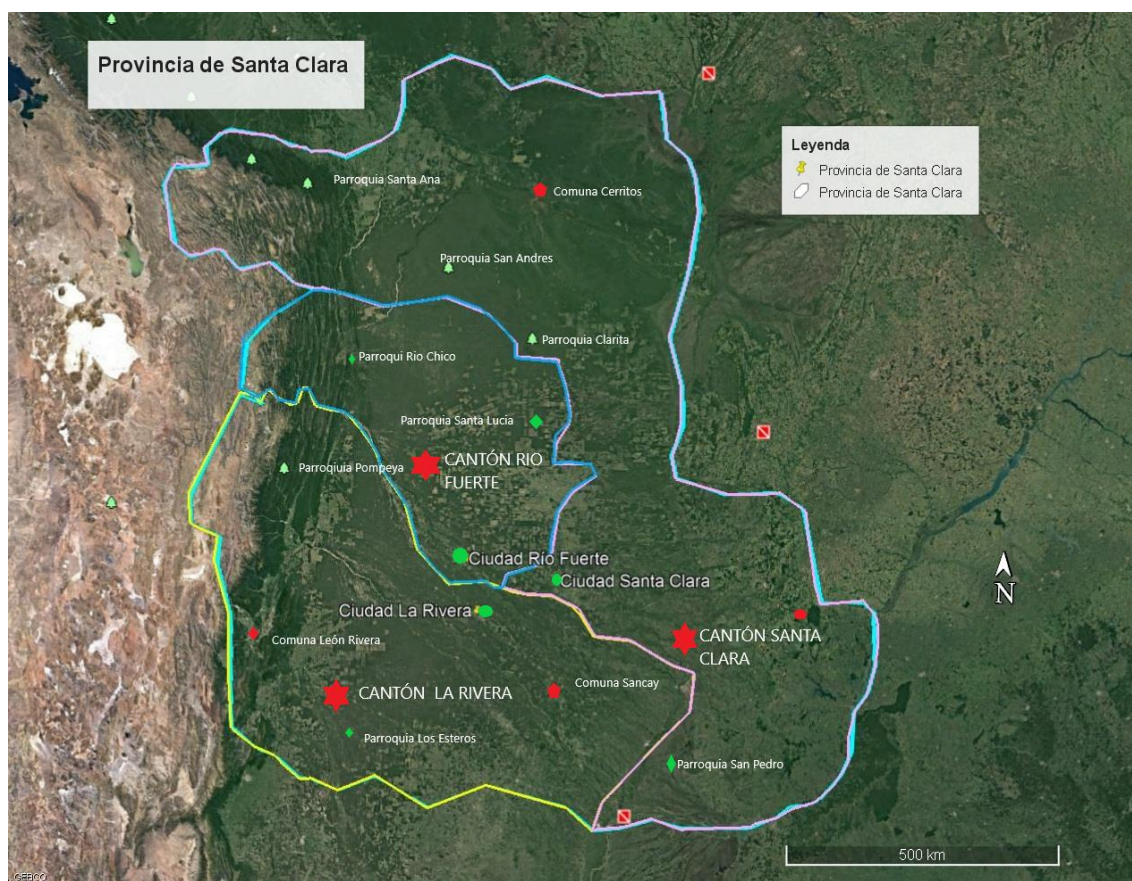


Figura 2. Mapa de la Provincia de Santa Clara.

Con la provincialización, el nuevo Gobierno Autónomo de Santa Clara debió asumir las competencias para el desarrollo provincial, entre ellas, abastecer de servicios básicos a la población, por lo tanto, AQUAMAX EP se convirtió en la empresa pública de agua potable y alcantarillado provincial. Luego de este hito, la compañía se vio en la

necesidad de ampliar su campo de acción, considerando nuevos sectores que antes no estaban dentro de su planificación.

A mediados de la década de 1990, cuando el Proyecto ACOMIPSCLA entró en marcha, los diseñadores del mismo tomaron como base una población de 160.000 habitantes para las proyecciones demográficas de la primera década, de tal manera que, la planta potabilizadora y la red de distribución se construyó para soportar una población de hasta 192.000 habitantes. No obstante, al momento de realizar las proyecciones, los diseñadores no contemplaron dos factores relevantes:

1. El vertiginoso desarrollo económico de las cabeceras cantonales. En el año 2000, cuando la planta tenía apenas dos años de funcionamiento, las cabeceras cantonales ya superaban los 230.000 habitantes.
2. Ampliación de la zona de cobertura debido a la provincialización. En el año 2010, la población demandante superó los 308.000 individuos debido a la inclusión de varias comunas durante la delimitación del nuevo territorio provincial.

Entre los años 2000-2010 el crecimiento demográfico real fue del 63%, lo cual superó con creces el 20% proyectado inicialmente (figura 3). Adicional a ello, el desarrollo del turismo trajo consigo el aumento de la población flotante, en el 2010 ingresaron a la provincia 150.000 turistas.

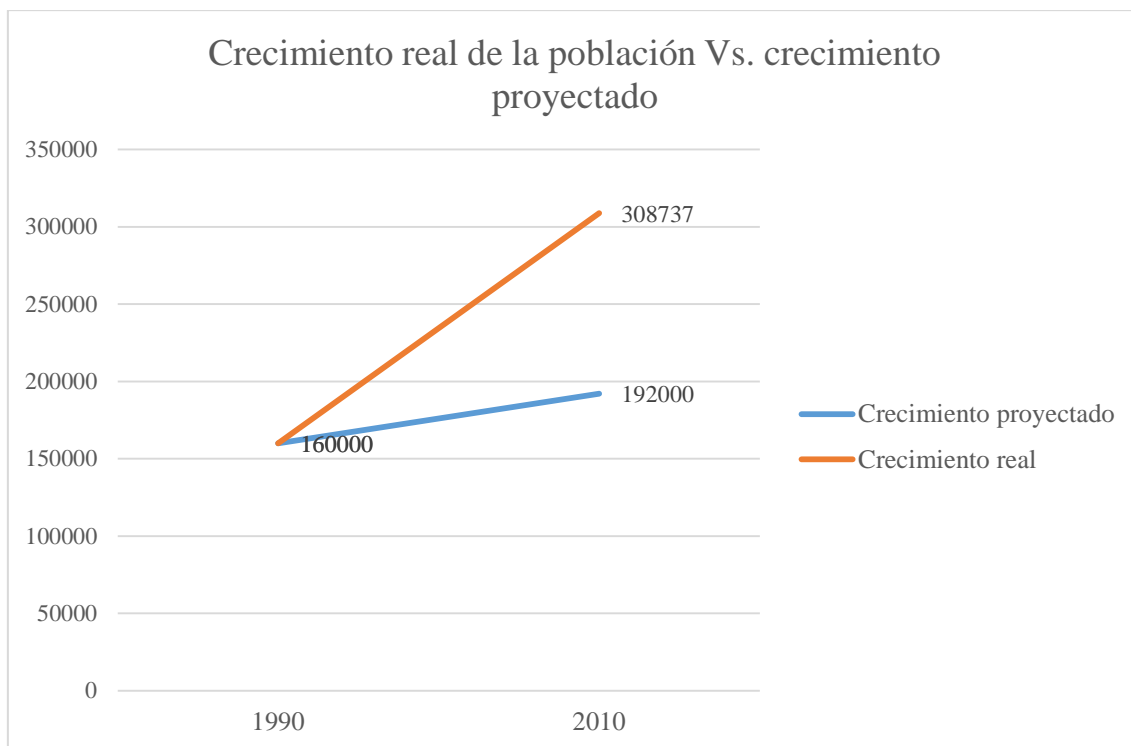


Figura 3. Crecimiento poblacional real de la provincia de Santa Clara Vs. Crecimiento proyectado por ACOMIPSCLA.

De seguir con esta tendencia se espera que para el año 2020 la población sobrepase los 400.000 habitantes, de acuerdo a las proyecciones realizadas por el Gobierno Provincial de Santa Clara (Tabla 1).

Tabla 1. Crecimiento poblacional de las cabeceras cantonales de la provincia de Santa Clara.

Cabeceras de cantón	Extensión territorial del Cantón (Km ²)	Población 2000, (Hab)	Población 2010, (Hab)	% Crecimiento poblacional	Proyección población para el 2020	% Crecimiento proyectado 2000-2020
Río Fuerte	26	77.646	95.942	23,56%	121,326	56,26%
La Rivera	97	49.572	68.719	38,62%	90,263	82,08%
Santa Clara	3.669	111.671	144.076	29,02%	189,589	70,77%
Total	3.792	238.889	308.737	29,24%	401,178	69,37%

Nota: Estadísticas referenciales, proporcionada por la Gobernación de la zona de estudio.
Elaborado por: Susana Dunkley.

Cuando la demanda empieza a superar la oferta

En sus inicios el proyecto ACOMIPSCLA, permitió que AQUAMAX EP, provea de agua potable a las cabeceras a las zonas urbanas de Santa Clara, La Rivera y Río Fuerte, sin embargo, los primeros problemas se presentaron antes de terminar el

primer decenio del 2000. Los nuevos pobladores de la provincia empezaron a exigir el servicio de agua potable, para la empresa era imposible dar una respuesta negativa a la creciente demanda, por tal motivo, en un principio accedió a esta petición.

Sin embargo, la ampliación de la red de abastecimiento no fue planificada adecuadamente, por lo que resultó ser técnicamente ineficiente, provocando un sinnúmero de problemas, entre ellos, la disminución de la presión hidráulica del servicio en diversos sectores, el incremento de aguas no contabilizadas (ANC) y el posterior colapso del sistema de distribución, llevando a un grave desabastecimiento a nivel provincial, que se prolongó por más de dos meses.

En respuesta a la creciente demanda de agua potable, y en vista de los problemas de desabastecimiento suscitados, el departamento técnico de AQUAMAX EP realizó un aforo del consumo del líquido vital de los tres cantones de Santa Clara, a principios de diciembre del año 2017. Con ello, se identificó un incremento progresivo en el consumo del agua. En el año 2010 el consumo en la provincia era de 750 l/s. En el 2015, esta cifra ascendió a 770 l/s, y para el 2017 bordeaba los 800 l/s.

Tabla 2. Proyección de la demanda de agua (l/s) en los cantones de Santa Clara 2005-2040.

Año	La Rivera (l/s)	Río Fuerte (l/s)	Santa Clara (l/s)	TOTAL (l/s)
2005	200	250	200	650
2010	250	300	200	750
2015	250	300	220	770
2020	300	295	280	875
2025	299	296	299	894
2030	380	385	390	1155
2035	398	399	403	1200
2040	400	400	400	1200

Nota: Estadísticas referenciales, proporcionada por la empresa AQUAMAX EP. Elaborado por Susana Dunkley.

El volumen de los 4 equipos de bombeo con los que cuenta la estación potabilizadora de agua, tiene la capacidad de producir 200 l/s cada uno (800 l/s total), por ello en el 2017 apenas se cubría la demanda teórica² (800 l/s). Cabe mencionar que

² Este cálculo se realizó proponiendo un escenario sin pérdidas por Aguas no Contabilizadas (ANC).

AQUAMAX EP, también realizó una encuesta a los pobladores de Santa Clara, para determinar la situación real de la cobertura de agua en la provincia, determinando que:

- El 52% contaban con el servicio de agua potable por más de 12 horas (el 99% eran pobladores urbanos).
- El 18% manifestó mantener un flujo regular de agua pero que no se encuentra disponible por más de 12 horas consecutivas.
- Mientras que el 30% de la población indicó que el flujo de agua era regular o nulo (el 95% de las respuestas corresponden a pobladores que habitan en distantes al casco urbano).

Los resultados de las encuestas no estaban de acuerdo con el volumen de agua que recibían los consumidores según el aforo, por ende, era de suponer que existían problemas de fugas no identificadas, que también podrían estar incidiendo en el bajo nivel de recaudación de la empresa. En vista de ello, era obvio que el crecimiento poblacional de Santa Clara había sobrepasado la capacidad de respuesta a la demanda de este servicio público, tanto desde el punto de vista administrativo como técnico.

Otros problemas que agravaban la situación de AQUAMAX EP.

Por la gravedad de la situación, Susana Dunkley convocó a una reunión con los directores de los departamentos involucrados: Juan Pazmiño (Director del área técnica), Jorge Escalante, (Director de ejecución de proyectos), Mercedes Molina (Directora comercial) y Liliana Cordero (Directora financiera), la misma se llevó a cabo la segunda semana de diciembre del 2017.

Durante el encuentro, Susana solicitó a su personal un informe detallado de las principales quejas y problemas suscitados, además ordenó a Pazmiño y Escalante la evaluación técnica de la planta potabilizadora y la red de distribución, mientras que a Molina y Cordero les encargó la tarea de realizar un informe de los ingresos por recaudación del último año, e identificar los puntos críticos que incidían en las bajas recaudaciones de AQUAMAX EP, tomando como base a los datos obtenidos en la evaluación técnica. Dicha información debía estar lista en la primera semana de enero del 2018, para su análisis, determinación de opciones de solución y posterior presentación al consejo directivo. Concluido el plazo, Dunkley se reunió el 5 de enero del 2018 con su equipo de trabajo, una vez instalada la sesión, los directores de área expusieron uno a uno los problemas detectados durante la evaluación técnica y el

análisis económico. A continuación, se muestra varios fragmentos de las conclusiones principales en palabras de cada uno de los actores:

Ing. Juan Pazmiño, Director del área técnica:

“Luego de evaluar la producción de la planta potabilizadora, observamos que la misma está trabajando a su máxima capacidad. En la actualidad las 5 estaciones de bombeo producen mensualmente un promedio de 2'000.000 m³, sin embargo, la población de Santa Clara bordea los 380.000 habitantes, si se considera que cada habitante consume un promedio de 200 litros por día (0.2 m³), entonces el consumo mensual de la provincia asciende a 2'280.000 m³. Estamos ante un déficit de producción, esto está provocando los problemas de presión y desabastecimiento que actualmente enfrenta Santa Clara, considero que este problema puede solucionarse ampliando físicamente la planta con todos sus elementos incluyentes para una mayor producción”:

“Otro problema que se detectó es una gran cantidad de fugas de agua visibles y otras que no se encuentran a la vista, recordemos que las líneas de distribución son muy antiguas, ya tienen casi 20 años, por lo tanto, es frecuente que se rompan. Las fugas están provocando ingreso de aire al sistema, lo que ocasiona que los medidores de caudal no sean totalmente confiables, y que se disminuya la presión del agua, además corremos el riesgo de que el agua transportada se contamine, por lo tanto, es necesario un cambio total o por lo menos una reparación inmediata de la red de agua potable, de esta manera se pueden corregir los problemas encontrados y evitar otros que puedan generarse”.

“En Santa Clara existen muchos sectores que todavía no tienen acceso al servicio de agua potable, ya que sus viviendas se encuentran muy distantes a la zona de cobertura. En varios puntos de la provincia, especialmente de la zona rural, hallamos estaciones clandestinas, es decir tuberías instaladas de manera rudimentaria, la gran mayoría de ellas nacen en tuberías secundarias y terminan en algún tipo de reservorio de uso común. Los cálculos indican que la empresa está perdiendo entre el 40% y 50% de su producción diaria entre fugas y conexiones clandestinas, es decir, que el déficit de agua potable es mucho mayor al que la demanda teórica precisa (2'280.000,00 de m³), ya que si la producción actual es de 2'000.000,00 de m³, así si a esta diferencia de

280.000m³ se le suma el volumen de pérdidas (800.000 a 1`000.000m³), el margen de déficit fluctúa ente los 1`080.000,00m³ a 1`280.000,00 m³”.

Ing. Jorge Escalante, Director de ejecución de proyectos:

“El crecimiento de la población no es un tema nuevo, como ya saben este problema nos ha dado dolores de cabeza a más de uno, especialmente en el departamento que maneja Juan y en el mío. Con mi equipo analizamos los planos originales del proyecto ACOMIPSCLA, y lo contrastamos con la situación actual de la red de distribución. Encontramos que el sistema se ha ampliado aproximadamente un 30% en los últimos 15 años (ver anexo 3), el gran problema es que no existe documento alguno que avale esta ampliación, es decir no se hizo un estudio previo, la ampliación de la red se hizo de manera desordenada e irregular. Es preciso aclarar, que esas ampliaciones cuando ingrese ya se habían realizado.

“La ampliación sin una adecuada planificación es uno de los principales motivos del desabastecimiento, porque, si no se calcula correctamente el caudal del suministro, esto puede provocar que la presión del agua no sea la adecuada para llegar a determinados lugares, especialmente aquellos que se encuentran en zonas distantes o muy elevadas. Esto explica el motivo por el cual existe desabastecimiento en las zonas alejadas y periféricas de Santa Clara”.

“Mi equipo también se hizo cargo de revisar las conexiones de los hogares, más que nada comprobar el estado de las guías y medidores, la principal novedad es que varios de ellos se encuentran dañados, están taponados o no funcionan adecuadamente, también encontramos hogares que no tienen medidor, a los cuales se les cobra una tarifa representativa, que muchas veces dista del valor que ese hogar realmente consume. El problema con los medidores dañados es que dan una falsa información del consumo y descuadran el balance de producción versus la facturación”

“Como pueden observar en la tabla que les proporcioné, el número de conexiones domiciliarias operativas decreció en alrededor del 2.70%, mientras que en el registro de los medidores en operación se distingue una tasa promedio del 4.8% en la reducción de operatividad, acumulando así decrementos del 33.33% para las guías en servicio y 58.49% para la operatividad de los medidores” (ver anexo 3).

Ing. Mercedes Molina, Directora Comercial:

“Es verdaderamente preocupante el porcentaje de agua que se pierde en el lapso existente entre la planta potabilizadora y los hogares de los consumidores. Con los datos que nos proporcionaron el Ing. Pazmiño y el Ing. Escalante, se calculó la cantidad de agua no contabilizada. Según el informe del departamento técnico, la planta produce mensualmente un promedio de 2'000.000 m³, sin embargo, este departamento sólo factura un promedio de 981.000 m³. En el año 2017, la empresa dejó de facturar 11'732.499 m³, esto representan el 48.89% de la producción total” (Ver anexo 5).

CPA Liliana Cordero, Directora financiera

“La situación es delicada, en el departamento financiero hicimos un comparativo de los ingresos percibidos por recaudación. En el año 2016, la empresa facturó USD\$5'102.125,00 sin embargo en el 2017 cerramos el año con un ingreso por recaudación de USD\$4'990.865,00, esto significa una reducción del 0,98%, lo preocupante del asunto es que, según los datos del departamento comercial, la plantilla de clientes incrementó en un 3%”.

“En conjunto con la Ing. Molina, estimamos que las pérdidas económicas de la empresa sobrepasan los USD\$340.000 mensuales, esto quiere decir que AQUAMAX EP deja de percibir más de USD\$ 4'100.000 al año por problemas de tipo técnico. Para mejorar la situación financiera de la empresa, es necesario que se realicen los correctivos necesarios para disminuir las pérdidas de agua no contabilizada”.

Susana escuchó atentamente cada una de las exposiciones, reflexionó por unos minutos y expresó: “Primero quiero agradecerles por su acertada contribución, y por proponer alternativas que pueden llevar a la solución del problema que enfrenta la empresa. Sin embargo, debido a los problemas económicos que enfrenta AQUAMAX EP, solo contamos con un presupuesto de hasta USD\$20'000.000 para llevar a cabo un plan maestro que solucione de una vez por todas los problemas de desabastecimiento y baja recaudación, por lo tanto, analizaremos las alternativas para preseleccionar tres que mejor convenga a la empresa”.

Durante el resto del día Susana, Juan, Jorge, Mercedes y Liliana, propusieron y analizaron varias alternativas, luego de muchas horas de discusión por fin llegaron a un acuerdo, seleccionando las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1-** Construir reservorios a fin de guardar el líquido vital para situaciones de desabastecimiento o baja presión del agua, en las zonas problemáticas. Se presenta como solución definitiva, reservorios en tanques elevados.
- **Alternativa 2-** Repotenciar la planta potabilizadora, consiste en aumentar la producción de agua de la Planta Potabilizadora en la provincia de Santa Clara, para esto se debe hacer una fuerte inversión para construir un nuevo Módulo de Producción y todos los componentes de su sistema de potabilización del agua, un reservorio adicional, bombas adicionales de distribución y bombas en la estación de aguas crudas.
- **Alternativa 3-** Disminuir la cantidad de agua no contabilizada, mediante un proceso de sectorización, y materialización, es decir, lograr que cada sector tenga un macro medidor y sistemas de cierre de circuitos con válvulas, para tener el control de la cantidad de agua distribuida y facturada por sector. Esto mejoraría la recuperación financiera de las arcas de la empresa y se tendría un análisis técnico de flujo y medición de caudales una regulación y mejoramiento de las presiones hidráulicas de las redes.

Concluida la reunión, Dunkley se dirigió a su oficina, una vez a solas y haciendo uso de sus conocimientos y experiencia, se dispuso a preparar el informe final, el cual presentaría la mañana siguiente al consejo directivo de AQUAMAX EP.

Anexo 1.

DATOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA

Módulo de Procesamiento de Agua Potable (MPA).

- 4 unidades.

Capacidad de producción por cada Módulo

- 200 lts/seg.

Capacidad del Conjunto actual.

- 800 lts/seg.

Producción equivalente en M3 diario

- 69.120,00 M3/día

Producción equivalente en M3 por mes

- 2'073.600,00 M3/mes

Producción equivalente en M3 por año

- 24'883.200,00 M3/año

Capacidad del Reservorio Central:

- 14.000,00 M3

Consumo de una persona por día

- 200 litros/día

La producción alcanzaba en sus estudios a cubrir una demanda de 160.800,00 personas/día.

Nota: $1 \text{ m}^3 = 1000$ litros de agua

Proceso de potabilización manejado por la empresa AQUAMAX EP

Los procesos de potabilización de agua que AQUAMAX EP, emplean procesos físico-químicos para su cometido, el agua cruda llega de la región del Norte mediante canales de conducción, hasta un tanque de igualación donde se dosifica cal para controlar el pH de la misma.

En la siguiente etapa, el agua es conducida a dos módulos que trabajan en paralelo, cada módulo consta de tres agitadores, dos dosificadores que suministran Sulfato de Aluminio que se lleva a cabo el proceso de coagulación-floculación.

El proceso de Coagulación cumple con el propósito de eliminar las cargas eléctricas de las partículas coloidales y dar inicio al proceso de Floculación; el cual se emplea para la eliminación de los sólidos suspendidos, con ayuda mecánica de un bafle, que con asistencia y dosificación de polímeros, aglutina los coágulos³ antes formados para que se adhieran y formen flóculos⁴ cada vez de mayor tamaño y puedan decantarse con facilidad.

Por tal razón el agua es conducida a un proceso de decantación, cuyo objetivo principal consiste en eliminar los flóculos que se generaron en la etapa anterior, disminuyendo así la turbiedad a parámetros permisibles, de esta manera los sólidos disueltos son separados del agua tratada y precipitan al fondo de un decantador el cual, conducirá el caudal precipitado a una fase de filtración.

El sobrenadante⁵ del proceso de Decantación es llevado a un proceso de Filtración el cual elimina las macropartículas presentes en el agua, usando una cámara con carbón activado, diseñada para realizar retro lavados, para su respectivo mantenimiento y evitar la saturación del mismo a corto plazo.

Finalmente se conduce el agua filtrada a una unidad de Desinfección, donde se obtiene agua apta para el consumo humano, el método más común y económico es aplicación de hipoclorito de sodio, el cual se aplica en una cámara o dispositivo, dosificando al agua por un tiempo contacto preestablecido, de acuerdo al volumen de agua generado. Posterior a ello, el agua se almacena en una unidad de contención, conocida como Reservorio Central, mientras se encuentra almacenada el agua es sometida a un proceso de pos cloración el cual garantiza la desinfección y la presencia de cloro en la red de distribución

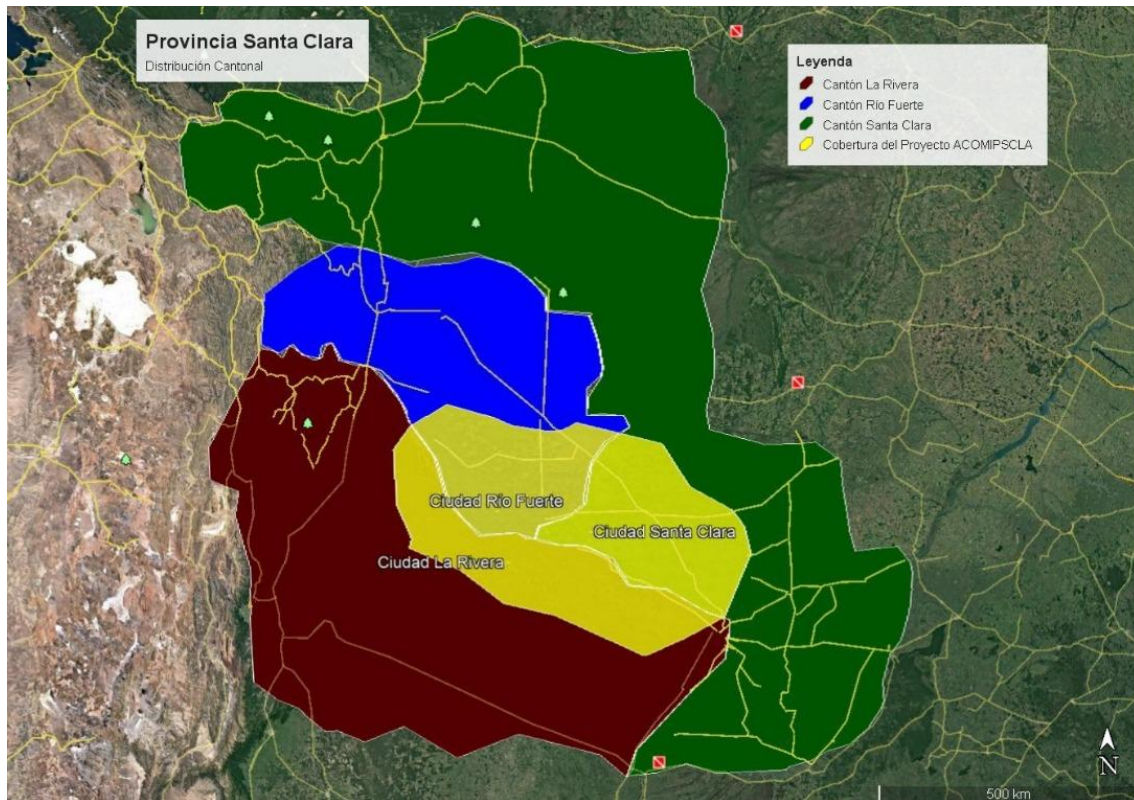
³ Unión entre partículas de medida muy pequeñas llamadas coloides

⁴ Unión entre los coágulos, formando un elemento visible de mayor medida y que decanta rápidamente

⁵ Parte superior clara de cualquier mezcla

Anexo 2

Imagen referencial de la zona considerada en el proyecto ACOMIPSCLA (amarillo) VS extensión total de la provincia de Santa Clara (Cantones: Santa Clara-verde, La Rivera-rojo y Río fuerte-azul).



Nota: Imagen Referencial.

Anexo 3.

Estado actual de guía y medidores del sistema de monitoreo de la empresa AQUAMAX EP.

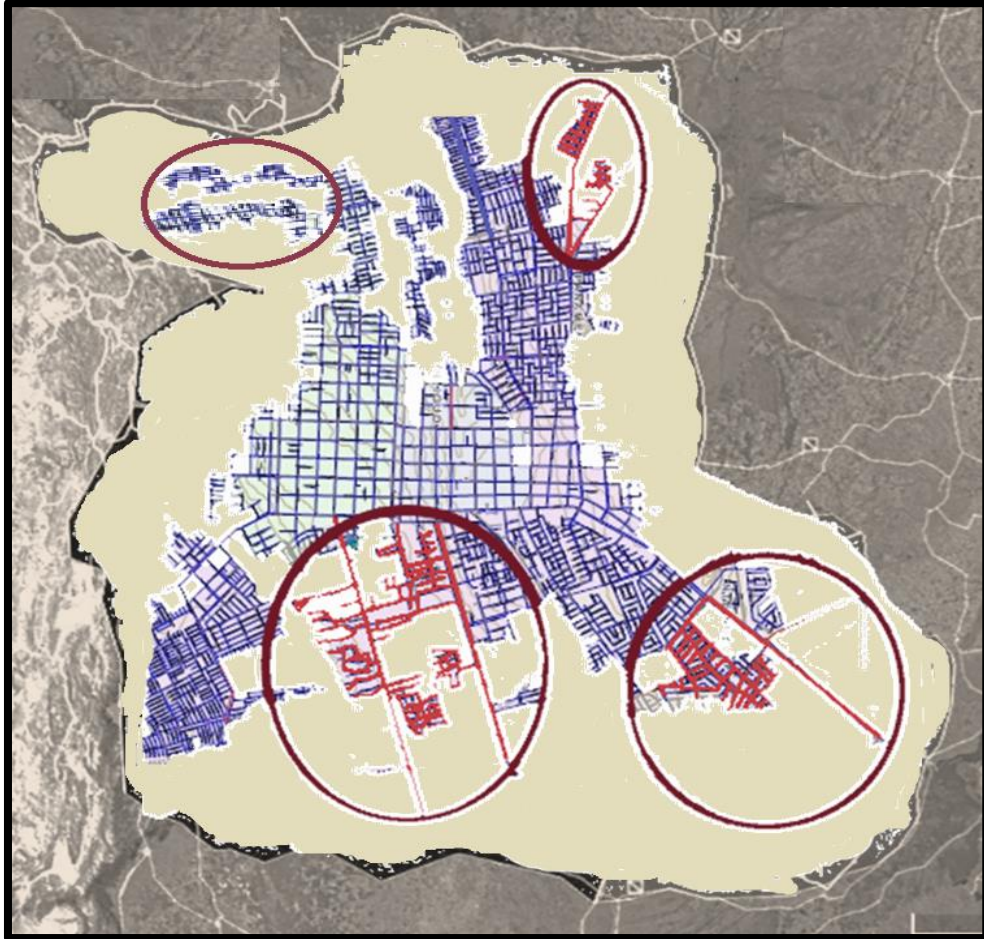
MES	GUIAS DIRECTAS				MEDIDORES FUNCIONANDO				MEDIDORES DAÑADOS				TOTAL CLIENTES REGISTRADOS
	EN SERVICIO	SERVICIO TAPONADO	TOTAL CLIENTES	%	EN SERVICIO	SERVICIO TAPONADO	TOTAL CLIENTES	%	EN SERVICIO	SERVICIO TAPONADO	TOTAL CLIENTES	%	
ene-17	309	1268	1577	2.57%	51718	4970	56688	92.41%	2353	725	3078	5.02%	61343
feb-17	281	1263	1544	2.52%	52178	5183	57361	93.51%	2163	741	2904	4.73%	61809
mar-17	271	1259	1530	2.49%	52059	5374	57433	93.63%	2206	745	2951	4.81%	61914
abr-17	277	1252	1529	2.49%	51771	5717	57488	93.72%	2259	766	3025	4.93%	62042
may-17	299	1255	1554	2.53%	51292	6134	57426	93.61%	2322	787	3109	5.07%	62089
jun-17	631	1257	1888	3.08%	50846	6494	57340	93.47%	2410	798	3208	5.23%	62436
jul-17	808	1267	2075	3.38%	50619	6651	57270	93.36%	2479	801	3280	5.35%	62625
ago-17	837	1274	2111	3.44%	51073	6650	57723	94.10%	2226	788	3014	4.91%	62848
sep-17	672	1271	1943	3.17%	51409	6696	58105	94.72%	2205	783	2988	4.87%	63036
oct-17	367	1253	1620	2.64%	52207	6600	58807	95.87%	2073	782	2855	4.65%	63282
nov-17	269	1264	1533	2.50%	52703	6469	59172	96.46%	2031	768	2799	4.56%	63504
dic-17	284	1259	1543	2.52%	52881	6610	59491	96.98%	1891	779	2670	4.35%	63704
AL CIERRE DEL 2017			1543	2.52							2670	4.35	

Proyección realizada por Susana Dunkley, basada en los datos proporcionados por AQUAMAX EP.

NOTA: la suma de los porcentajes, corresponde al 100% de los medidores instalados. El servicio taponado son las guías que tienen puesto un tapón y no permite la salida del agua.

Anexo 4

Imagen referencial de la red de agua potable construida con en el proyecto ACOMIPSCLA y las redes nuevas (encerrada en círculos).



Nota: Imagen Referencial.

Anexo 5

Producción de agua Potabilizada en el 2017.

MES	ESTACIÓN RIOFUERTE	ESTACIÓN LA RIVERA	ESTACIÓN SANTA CLARA	ESTACIÓN EL CHARQUITO	ESTACIÓN LA SAL	TOTAL DISTRIBUCION
ENERO	2054563 m ³	10390 m ³	2242 m ³	1183 m ³	2495 m ³	2070873 m ³
FEBRERO	1864636 m ³	9028 m ³	1194 m ³	267 m ³	2298 m ³	1877423 m ³
MARZO	2060856 m ³	8880 m ³	2086 m ³	326 m ³	2234 m ³	2074382 m ³
ABRIL	1978948 m ³	9868 m ³	786 m ³	854 m ³	2147 m ³	1992603 m ³
MAYO	2019249 m ³	11921 m ³	1910 m ³	425 m ³	2369 m ³	2035874 m ³
JUNIO	1883336 m ³	11281 m ³	3814 m ³	561 m ³	2084 m ³	1901076 m ³
JULIO	1906718 m ³	8470 m ³	3393 m ³	1510 m ³	5642 m ³	1925733 m ³
AGOSTO	1914246 m ³	8602 m ³	4233 m ³	1351 m ³	5772 m ³	1934204 m ³
SEPTIEMBRE	1841359 m ³	9032 m ³	3747 m ³	1537 m ³	5619 m ³	1861294 m ³
OCTUBRE	1907141 m ³	9371 m ³	4093 m ³	738 m ³	5801 m ³	1927144 m ³
NOVIEMBRE	1839704 m ³	9516 m ³	3998 m ³	1691 m ³	5556 m ³	1860465 m ³
DICIEMBRE	2026750 m ³	10655 m ³	3651 m ³	1480 m ³	5762 m ³	2048298 m ³
TOTAL DISTRIBUCION 2017	23297506 m ³	117014 m ³	35147 m ³	11923 m ³	47779 m ³	23509369 m ³
PROMEDIO MENSUAL	1941459 m ³	9751 m ³	2929 m ³	994 m ³	3982 m ³	1959114 m ³

Nota: Estadísticas referenciales, proporcionada por la empresa AQUAMAX EP. Elaborado por Susana Dunkley.

Distribución, pérdidas y facturación de agua tratada 2017.

MES	FACTURACION	PERDIDAS	% ANC	% FACTUR.	L/S DISTRIBUCION	L/S FACTURACION
ENERO	1.044.324 m ³	1026549 m ³	49,57%	50,43%	798,95 l/s	402,90 l/s
FEBRERO	954622 m ³	922801 m ³	49,15%	50,85%	724,31 l/s	368,30 l/s
MARZO	986811 m ³	1087571 m ³	52,43%	47,57%	800,30 l/s	380,71 l/s
ABRIL	1036813 m ³	955790 m ³	47,97%	52,03%	768,75 l/s	400,00 l/s
MAYO	958957 m ³	1076917 m ³	52,90%	47,10%	785,45 l/s	369,97 l/s
JUNIO	1002415 m ³	898661 m ³	47,27%	52,73%	733,44 l/s	386,73 l/s
JULIO	933917 m ³	991816 m ³	51,50%	48,50%	742,95 l/s	360,31 l/s
AGOSTO	968959 m ³	965246 m ³	49,90%	50,10%	746,22 l/s	373,83 l/s
SEPTIEMBRE	970614 m ³	890680 m ³	47,85%	52,15%	718,09 l/s	374,47 l/s
OCTUBRE	955400 m ³	971743 m ³	50,42%	49,58%	743,50 l/s	368,60 l/s
NOVIEMBRE	969230 m ³	891235 m ³	47,90%	52,10%	717,77 l/s	373,93 l/s
DICIEMBRE	994810 m ³	1053488 m ³	51,43%	48,57%	790,24 l/s	383,80 l/s
TOTAL DISTRIBUCION 2017	11776870 m ³	11732498 m ³	49,91%	50,09%	9069,97 l/s	4543,55 l/s
PROMEDIO ANUAL	981406 m ³	977708 m ³	49,91%	50,09%	755,83 l/s	378,63 l/s

Nota: Estadísticas referenciales, proporcionada por la empresa AQUAMAX EP. Elaborado por Susana Dunkley.

Anexo 5

Presupuesto referencial para la ejecución de la primera fase del Plan Maestro

PLAN MAESTRO DE AGUA POTABLE PROVINCIA DE SANTA ESMERALDA PRESUPUESTO REFERENCIAL PLAMERSE (PRIMERA FASE) FASE INMEDIATA			
OPCION A: AMPLIACION URGENTE DEL SISTEMA DE PRODUCCION			
1	ESTACIONES DE BOMBEO		
1.1	Estación de Bombeo de Agua Cruda (EBAC)	\$ 1,758,126.25	\$ 2,770,994.45
1.2	Estación de Bombeo de Agua Tratada (EBAT)	1.2.1 Estación de Bombeo Principal (EBAT MAYOR) \$ 898,768.23	
		1.2.2 Estación de Bombeo Lago Chico / Auxiliar /Servicio (EBAT MENOR) \$ 114,099.97	
2	PLANTA DE POTABILIZACIÓN RIOFUERTE		
2.1	Módulo de Procesamiento de Agua 3 (MPA3); Equipamiento Hidro Mecánico	\$ 885,421.62	\$ 6,930,332.11
2.2	Módulo de Procesamiento de Agua 3 (MPA3); Obra Civil	\$ 2,265,642.07	
2.3	Módulo de Procesamiento de Agua 4 (MPA4); Equipamiento Hidro Mecánico	\$ 885,421.62	
2.4	Módulo de Procesamiento de Agua 4 (MPA4); Obra Civil	\$ 2,265,642.07	
2.5	Redes Internas	\$ 461,962.80	
2.6	Casa de Química y Cloro	\$ 166,241.93	
3	RESERVORIO DE AGUA TRATADA 3.000 m3 (CR)		\$ 1,148,754.51
4	RESERVORIO CENTRAL (RC) 14,000 M3		\$ 3,376,026.44
5	MEJORAMIENTOS AL SISTEMA Y MACROMEDICIÓN		\$ 329,055.00
TOTAL			\$ 14,555,162.51

Nota pedagógica

Sinopsis.

AQUAMAX EP es una empresa pública que genera y distribuye agua potable a los pobladores de la Provincia de Santa Clara, tras el crecimiento y desarrollo de sus localidades, enfrentó varios problemas relacionados a la falta de suministro del líquido vital; lo que llevó a la empresa a la contratación de Susana Dunkley, quien con ayuda de varios técnicos y resultados de estudios previos debe determinar las opciones más viables para solucionar estos problemas. El análisis de los datos, así como las situaciones que se presentan, invitan a los estudiantes a desarrollar habilidades de evaluación de las alternativas con sus riesgos y oportunidades, lo cual contribuye al fortalecimiento de su pensamiento crítico, para la toma de decisiones direccionadas a resolver problemas técnico-administrativos.

Objetivos de enseñanza.

- Fortalecer el pensamiento crítico de los estudiantes.
- Identificar situaciones de riesgo y oportunidades en los escenarios presentados, enfocados en la reingeniería de procesos.
- Provocar en los estudiantes la toma de decisiones, sujetas a brindar soluciones, identificando además la ruta crítica de los procesos y servicios que la empresa ofrece.
- Crear un ambiente de discusión que compare, evalúe y confronte los diferentes puntos de vista, e identifique una alternativa viable.

Temas relacionados.

- Procesos de la Cadena de Suministro.
- Marketing y Ventas.
- Planificación Estratégica.
- Administración de Proyectos.

Planeación de actividades y tiempos aplicados.

Al discutir el Caso de Estudio, el docente dirigirá actividades que ayudarán a que los estudiantes alcancen habilidades de análisis crítico, liderazgo, evaluación y

reflexión, para ello se sugiere que se divida el Estudio de Caso en cuatro partes o etapas las etapas: Preliminar, Reflexión individual, de Contraste y finalmente la etapa de Reflexión Grupal.

Etapas Preliminar (2 días).

Se considera pertinente que el docente, ponga a disposición la información del Caso con varios días de antelación, de tal manera que, los estudiantes cuenten con tiempo para revisar, leer e identificar las variables que se generan en los diferentes escenarios propuestos en el estudio.

Los estudiantes tendrán con ello la oportunidad de poner en prácticas sus habilidades de estudio, como, por ejemplo, lectura comprensiva y búsqueda de la información de gabinete; es decir información de las empresas que desarrollen servicios de igual índole en las ciudades cercanas, concluyendo con la recopilación de documentación, índices y cifras que sirvan de apoyo para el análisis del estudio planteado.

Reflexión individual (4 días).

Previo a plantear y/o exhortar alguna reflexión alcanzada, por los estudiantes, estos deberán identificar todos los factores, escenarios y alternativas que la Ing. Susana Dunkley, MBA, afronta en el caso de estudio. Las múltiples tareas propuestas a continuación deberán ser realizadas, tanto en casa como en el aula de clases, así el docente podrá supervisar y guiar el enfoque que los estudiantes conciben en su análisis.

- Se recomienda que el estudiante identifique y relacione los recursos que constan en las etapas que se mencionan en el Caso de Estudio. (Tabla 1).

Sistemas	Insumos Primarios	Recursos	Funciones Primarias	Producto típico deseado

Tabla 1.- Añadir descripción.
Fuente. -

Nota: Todo proceso de transformación hace uso de recursos para convertir los insumos en un producto deseado. Los insumos pueden ser una materia prima (agua cruda), un cliente o un producto terminado de otro sistema.

- Con el objetivo de evaluar la concepción que los estudiantes poseen sobre los Niveles de Operación de las empresas, se recomienda que se analice los Índices de Utilización de la Capacidad que AQUAMAX EP presenta, con base en los registros expuestos de la recaudación. El tiempo de análisis, deberá ser propuesto por el docente.
- Generar un esquema que identifique los procesos de la Cadena de Suministro en las actividades que AQUAMAX EP realiza, para la provisión de agua potable a los pobladores de las Comunas.

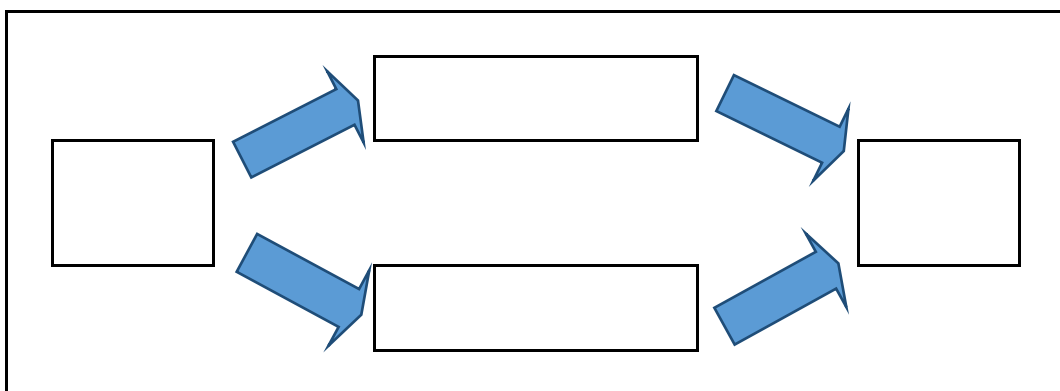


Grafico 1.- Añadir descripción...

Nota: El Gráfico1 puede ser usado como sugerencia, dependerá del tutor y/o estudiantes hacer uso o no de él.

- Solicitar que el estudiante realice una reflexión individual y preliminar de las situaciones que se han generado en el Caso de Estudio, tomando en cuenta los resultados obtenidos en esta etapa.

Etapa de Divergencia (2 días).

Concluida la etapa de reflexión individual, es importante que el Administrador aprenda a tomar decisiones con apoyo en sus colaboradores, motivo por el cual en la tercera etapa se busca generar oposición. Para ello el docente dividirá la tarea en dos fases:

Fase 1.- aquí se divide la clase en grupos, más 4 alumnos, con el objetivo de compartir los criterios que cada uno tomó para el desarrollo de la etapa anterior.

- Es importante que los futuros administradores tengan en cuenta las implicaciones técnicas que el proyecto exige, así como los costos que las posibles soluciones involucran, para un Caso de Estudio, con el fin de estudiar los costos y determinar los beneficios que la toma de decisiones genera para una empresa, el docente propondrá las alternativas que el grupo técnico de AQUAMAX EP le planteó a la Ing. Susana Dunkley, les pedirá a los estudiantes un análisis Costo-Beneficio de las mismas y generará un foro de debate.

Planteamiento de ejecución de alternativas:

El presupuesto que tenía la empresa para hacer las mejoras era USD\$20'000.000 anual, aproximadamente incluido los gastos fijos y operativos,

Alternativa 1.

Esta alternativa define la construcción de reservorios para el almacenamiento de agua potable para dos eventos posibles, el primero, para cuando la planta se encuentre en alguna reparación transitoria o se encuentren en reparación algún conjunto de bombas, sea este de aguas crudas como las de proceso de agua potable, y poder así mantener la continuidad del servicio a espera de solucionar esos inconvenientes.

El segundo evento, considera a las comunidades que no cuentan con el servicio constante de agua potable, y que la almacenan temporalmente haciendo uso de grandes reservorios o tanques elevados, que para ser llenados, necesitan varias horas; posterior a ello, el agua es conducida hacia abajo por una tubería madre que se ramifica en redes de distribución y dota del agua potable a las viviendas, este proceso lo hacen sin usar equipos de bombeo, ya que aprovechan el efecto de la gravedad.

Esta alternativa alivia en parte el problema social de un grupo, pero no soluciona el problema central de desabastecimiento de la demanda en crecimiento, su costo está sobre el USD\$1'000.00,00 por cada sistema de distribución por gravedad, y son alrededor de 20 los pueblos en la zona norte del cantón de Santa Clara, que estarían necesitando de este sistema.

Alternativa 2.

El Plan de Mejoras dentro de la alternativa 2, se enfoca en aumentar la producción de agua potable mediante la ejecución de los siguientes puntos:

1. Construcción de un módulo de procesamiento de agua potable con todos sus elementos que genere 400 litros/seg. y dotar eficientemente a la nueva demanda del líquido vital.
2. Compra de 2 bombas verticales para la estación de bombeo de Aguas Crudas que trabajaran en alternancia.
3. Compra de 2 bombas horizontales de carcaza partida para la estación de bombeo de distribución, igual para trabajar en alternancia.
4. Construcción de un nuevo reservorio Central de 14.000 m³.
5. Acoplamiento de nuevas redes de tuberías para la nueva distribución de agua potable en los sectores carentes del servicio que están dentro del perímetro operativo hidráulico del proyecto.

Todo este proceso tendría un costo de aproximadamente USD\$ 17'000.000,00 de dólares y a un plazo de 12 meses aproximadamente de tenerlo funcionando. El lado positivo de esta ejecución es que terminaríamos con el desabastecimiento de la demanda crecida y la demanda flotante en época de turismo masivo, mejoramos la presión de agua en todos los sectores, la población estaría ya calmada y satisfecha, mejoraría la calidad de vida de los usuarios. Un tema preocupante que desgraciadamente está unido a esta solución es que de no trabajar en la reducción de Aguas No Contabilizadas (ANC), las pérdidas se incrementarían.

Los sectores desbastecidos del norte del cantón del Santa Clara (3.669,00 km²) no se incluyen en esta solución, ya que como se mencionó anteriormente, el sistema hidráulico del proyecto OCOMIPSCLA no está diseñado para una distribución demasiado distante de las poderosas estaciones de bombeos.

Alternativa 3.

Reducir el Agua No Contabilizada es un conjunto de procesos que conlleva a realizar varios análisis de su origen, su naturaleza, y sus

soluciones, encadenadas a otros procesos. La ejecución de la sectorización y materialización de circuitos de las redes de distribución de agua potable, no es una alternativa ya que es un proceso que debe ejecutarse de forma prioritaria, indiferentemente de que se ejecuten o no las demás etapas, la reducción de ANC mantendría a la empresa con vida. El costo de remediación asciende a los 9 millones de dólares, sin embargo, no soluciona el problema de desabastecimiento atribuido a la explosión demográfica.

En la segunda fase el docente puede solicitar que cada grupo exponga las opiniones consensuadas, y las expongan en la clase, buscando las divergencias existentes entre cada grupo y anotarlas, para luego ligar el contenido que estas presenten y generar un foro de debate en el aula.

Etapas de Reflexión Grupal (1día).

Corresponde a la formulación de soluciones, donde se presente un análisis crítico de los escenarios tratados en el Caso de Estudio y de las alternativas discutidas en el debate, es oportuno que esta última etapa se haga de manera grupal, con integrantes diferentes a las agrupaciones anteriores.

Plan de Pizarrón

Se dividirá en tres espacios, el primero es para desarrollar una retroalimentación del material antes estudiado, así como de las habilidades que se han formado en los estudiantes con antelación, el espacio de la mitad, es exclusivamente del docente, aquí presentara cuales son los objetivos que planea alcanzar con el programa y presentación del caso, las técnicas que se pueden usar y las habilidades que los estudiantes deberán desarrollar; finalmente el tercer espacio es para que los alumnos expongas los resultados que se han alcanzado en el estudio, análisis y discusión del Caso planteado.

<p>Retroalimentación Teoría antes estudiada</p>	<p>Explicación y planteamiento del o los problemas Objetivos Temas relacionados Técnicas a desarrollar</p>	<p>Presentar las posibles soluciones Alternativas aceptadas Alternativas rechazadas Impacto Costo-Beneficio Índices de Productividad Reflexiones Grupales</p>
---	---	--



Preguntas detonantes sugeridas

- ¿Cuál es el principal problema que enfrenta AQUAMAX EP?
- ¿Realizar un análisis Costo-Beneficio y estimar la tasa interna de retorno (TIR), que tendrá AQUAMAX EP, si decide mejorar el sistema de distribución de agua potable, usando las alternativas sugeridas en la presente nota de enseñanza y las alternativas de mayor impacto, consensuadas en el grupo clase recaudación?
- ¿Cuán fundamental es este cálculo de la TIR para la empresa y de qué manera permite evaluar las alternativas?
- En el desarrollo de su análisis anterior:
 - ¿Ud. ha contemplado la expansión de nuevos usuarios?; ¿se requerirá una nueva proyección demográfica?, de ser así, ¿a cuánto tiempo?
- ¿El tiempo que estas alternativas brindarán el servicio es mayor al estimado en el cálculo de la tasa de retorno?
- ¿Se ha considerado alguna estrategia o plan de expansión geográfica del servicio, cuál será el alcance (radio de acción)?

Epílogo.

El análisis de las diferentes alternativas técnica-administrativas presentadas por el equipo técnico y consultorías previas, le brindó a la Ing. Susana Dunkley, una amplia visión de los escenarios por los que atravesaba AQUAMAX EP, tanto en lo que el público general conocía como la problemática interna.

Haciendo uso de sus habilidades gerenciales, agrupó sus competencias técnicas y administrativas, para conducir los resultados de los relevamientos de campo a la generación de indicadores que permitan la toma de decisiones.

Por consiguiente, al haberse identificado el problema, quienes intervienen en la ejecución de las acciones a tomar, los plazos, la estimación de recursos en función de lo que se posee y puede llegar a producir la empresa, y los resultados que el Análisis Costo-Beneficio generó; Susana determina que todos los escenarios son necesarios y están íntimamente relacionados con el buen funcionamiento de AQUAMAX EP, por lo

tanto, considera que una reestructuración de los sistemas de producción, distribución y recaudación, debe hacerse de forma integral, así que la propuesta de concesionar el servicio de Agua Potable, aparece en escena como alternativa a tomar.

Referencias.

- Casas, M. C. (2006). *Ejercicios de estadística descriptiva y probabilidad para economía y administración de empresas*. Editorial: Ediciones Pirámide. .
- Castillo, A. M. (2010). *Introducción a la economía y administración de empresas*, Editorial: Pirámide. Autor: Ana María Castillo Caballero.
- David, F. (2010). *Administración Estratégica*. Pearson.
- Ferro, S. (2017). *Costos para la Administración*,. EdUNLPam.
- Lucero, B. I., Luparia, Z. E., Medina, S. G., & Pérez, M. G. (2015). *Costos para la Gestión, E*. EdUNLPam. .