



INSTITUTO COSTARRICENSE DE
ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS

Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales

INFORME FINAL

23-08-2019



Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL
REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

Yo, **Eric Alonso Bogantes Cabezas**

N° Cédula: 5-251-0327

Dependencia: Gerencia General

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC).


Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr **N° Teléfono:** 2242-5090



Firmado digitalmente
por ERIC ALONSO
BOGANTES CABEZAS
(FIRMA)
Fecha: 2021.06.16
17:21:24 -06'00'

Firma: _____

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales			Página 2 de 24
Macroproceso: Gestión Técnica	Proceso: Investigación y Desarrollo	Subproceso: Análisis Nuevas Tecnologías	Informe FINAL	N° de Versión: 01
Elaborado por: Ricardo Picado Arias	Revisado por: Jorge Merizalde Dobles	Aprobado por: German Mora Rodríguez	Fecha de aprobación: 23-ago-2019	

Resumen Ejecutivo

En acatamiento a lo acordado en la reunión del Consejo Gerencial del pasado lunes 10 de junio de 2019, se desarrolló un análisis cualitativo con el fin de establecer los “pro” y “contra” de las experiencias del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), utilizado por cada una de las áreas institucionales, lo cual contribuye para optimizar la operación de los sistemas de acueducto que administra el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA).

Un sistema SCADA es un software que permite el acceso a datos remotos de un proceso determinado, utilizando herramientas de comunicación determinadas. El SCADA es solamente una parte de todo el esquema de monitoreo y control de un proceso. El esquema de monitoreo y control está compuesto por: sensores, unidades de telemetría remotas y el SCADA. Para este análisis en específico, se tomaron en cuenta los softwares SCADA denominados Ignition y el Wonderware, los cuales son utilizados por las Subgerencias GAM y Periféricos respectivamente. El análisis también se extendió a la Unidad Ejecutora PAPS, así como a otras empresas externas al AyA como lo son: ICE y la Empresa Municipal Obras Sanitarias de Mar del Plata, Argentina; sin embargo, la información suministrada respecto al tipo de solución SCADA que utiliza la Unidad Ejecutora PAPS, así como las dos últimas empresas mencionadas, no permite realizar una comparación más detallada entre sistemas, por lo que el análisis se limita únicamente a Ignition y Wonderware.

La recopilación de la información necesaria para efectuar este análisis se llevó a cabo mediante dos líneas principales:

1. Entrevistas a los funcionarios encargados de controlar estos sistemas en la Subgerencia de Sistemas GAM, Subgerencia de Sistemas Periféricos, Unidad Ejecutora PAPS, quienes expusieron brevemente todo lo relacionado a sus sistemas de supervisión, control y adquisición de datos. Igualmente se convocó al subdirector del proyecto RANC-EE, quien realizó también una pequeña presentación relacionada al componente SCADA, dentro de la consultoría especializada que se contrató para llevar a cabo el control operacional de las redes.

2. Redacción de dos formularios, utilizando para ello la herramienta “Google Forms”. Estos formularios contenían preguntas relacionadas al uso y alcance de los sistemas SCADA. Un formulario fue aplicado a las áreas operativas internas de AyA, y el otro fue aplicado a encargados de la operación de este sistema en empresas nacionales, así como internacionales, usando como herramienta para este último fin, la red WOP-LAC con el apoyo de CAI.

Como parte de la tarea del análisis de la información, se efectuó una interrelación de los datos suministrados, obteniéndose dos matrices denominadas: “cuadro de similitudes entre sistemas SCADA analizados” y “cuadro de ‘pros’ y ‘contras’ de las opciones de sistema SCADA analizados”. De la información contenida en esas matrices, se concluyó que cada una de las dependencias que administra sistemas SCADA, cuentan con la experiencia necesaria para definir qué tipo de solución SCADA es la que más les conviene, de acuerdo con sus necesidades.


El hecho de que un sistema SCADA cubra las necesidades de una dependencia, no significa que igualmente ese sistema va a cubrir las necesidades de otra dependencia institucional. Según las partes consultadas, **un cambio de sistema SCADA no es conveniente** desde un punto de vista operacional y de costos. Migrar a un nuevo sistema operativo, implica investigación y desarrollo previo para lograr un cambio. El uso de una nueva herramienta conlleva una transformación en la manera en cómo se vienen haciendo las cosas, ya que se requiere de la variación de aspectos tales como: la cantidad de operadores, centros de control, roles, competencias, entre otros.

Elaborado	Ricardo Picado Arias	
Revisado	Jorge Merizalde Dobles	
Aprobado	German Mora Rodríguez	

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 4 de 24
	Informe FINAL		N° de Versión: 01

Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo.....	2
Abreviaturas.....	5
1. Introducción	6
2. Antecedentes	6
3. Objetivo General.....	6
4. Objetivos Específicos.....	7
5. Alcances y limitaciones	8
6. Metodología.....	8
7. Responsables	9
8. Descripción de resultados.....	9
8.1. Compilación descriptiva de cada una de las propuestas internas.....	9
8.2. Validación de criterios principales para el análisis de las tecnologías en estudio.....	9
8.3. Análisis primario de nivelación de las propuestas.....	10
8.4. Búsqueda específica en artículos puntuales sobre el tema de SCADA´s.....	10
8.5. Consulta a especialistas de ICE y CNFL.....	10
8.6. Consulta a empresas de APS en América Latina y el Caribe.....	10
8.7. Interrelación de los insumos aportados.....	11
8.8. Listar los pros y contras de cada opción identificada, considerando los puntos anteriores.....	11
8.9. Analizar la integración con otras propuestas institucionales.....	11
9. Conclusiones	11
10. Recomendaciones.....	13

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 5 de 24
	Informe FINAL		N° de Versión: 01

Abreviaturas

ADMS: Advanced distribution management sistem.

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

CEDI: Centro de Documentación e Información.

CNFL: Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

GAM: Gran Área Metropolitana.

GIS: Geographic Information System.

ICE: Instituto Costarricense de Electricidad.

PAPS: Unidad Ejecutora del Programa de Agua Potable y Saneamiento.

RANC-EE: Unidad Ejecutora para el desarrollo del Proyecto para Reducción de Agua no Contabilizada y Optimización de la Eficiencia Energética (RANC-EE).

SAID: Subgerencia de Ambiente, Investigación y Desarrollo.

SCADA: Supervisión, Control y Adquisición de Datos.

SGSG: Subgerencia Gestión de Sistemas del Gran Área Metropolitana.


SGSP: Subgerencia Gestión de Sistemas Periféricos.

TI: Tecnologías de la Información.

UEN ID: Unidad Estratégica de Negocios Investigación y Desarrollo.

UEN PD: Unidad Estratégica de Negocios Producción y Distribución.

WOP-LAC: Plataforma Regional de la Global Water Operators' Partnership (GWOPA) para América Latina y el Caribe.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 6 de 24
	Informe FINAL	N° de Versión: 01	

1. Introducción

La presente investigación tiene como finalidad, dar a conocer a la Administración Superior del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), desde una óptica comparativa, los beneficios y no beneficios de las tecnologías SCADA que están siendo utilizadas a lo interno de la institución, como parte del mecanismo para lograr ejercer un mejor control y optimización de los sistemas de acueducto, mediante la automatización de elementos tales como: sensores, registradores, válvulas, motores de inducción, entre otros.

2. Antecedentes

La presente propuesta parte de la reunión del Consejo Gerencial del pasado lunes 10 de junio de 2019, en la cual, según el acuerdo No 1, se le ordenó al Señor Subgerente de SAID Florentino Fernández, realizar una convocatoria a las siguientes instancias internas: Tecnologías de Información, Dirección de Planificación, Subgerencia de Gestión de Sistemas GAM, Subgerencia de Gestión de Sistemas Periféricos, Unidad Ejecutora de RANC-EE y Unidad Ejecutora de PAPS. También se le pidió, realizar un análisis que identifique los “pro” y “contra” de las experiencias del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) utilizado por cada una de esas áreas.

Posteriormente, en reunión sostenida el día 12 de junio de 2019, el Señor Subgerente Florentino Fernández le solicitó al Ing. German G. Mora R., realizar dicho análisis con base en lo indicado por el Consejo Gerencial. Adicionalmente, le solicitó ofrecer una visión integral de la importancia de contar con un sistema unificado de información operativa, comercial y administrativa, mediante el cual se puedan gestionar las operaciones y el mantenimiento en los.

Se conversó con la Licda. María Lorena Echandi y el Señor Subgerente Florentino Fernández, con el fin de entender mejor la preocupación de la Dirección de Tecnologías de Información, a lo cual la Licda. Echandi, hace mención sobre la importancia de la estandarización para aprovechar mejor los recursos. Además, la Licda. Echandi indicó que, para realizar este análisis, consideraba importante la participación de la UEN ID.

Para el desarrollo de la presente investigación, se aplicaron entrevistas y formularios tipo “encuesta”, como herramientas para obtener la información necesaria para emitir las conclusiones y recomendaciones respectivas.

3. Objetivo General

Evaluar de forma comparativa, con base en la información recopilada, los aspectos de beneficio y no beneficio de las tecnologías SCADA que cada una de las instancias internas del AyA está utilizando, considerando, además, opiniones de otras empresas prestadoras de servicio, que hacen uso de estos sistemas.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 7 de 24
	Informe FINAL		N° de Versión: 01

4. Objetivos Específicos

1. Realizar una compilación descriptiva de cada una de las propuestas internas, a partir de la información que brinden en sesiones particulares de exposición con la UEN ID, a partir de lo indicado en el Consejo de Gerencia.
2. Establecer y validar los criterios principales para el análisis de las tecnologías en estudio.
3. Realizar un análisis primario de nivelación de las propuestas, con el fin de solicitar argumentos adicionales a cada área, a efecto de establecer una comparación entre las propuestas. Esto se realizará a través de un cuestionario en línea preparado específicamente para estos actores.
4. Realizar una búsqueda específica en artículos puntuales sobre el tema de SCADA en las bases de datos del CEDI y de la Universidad de Costa Rica. Esta búsqueda será realizada por el CEDI.
5. Realizar una consulta a especialistas en sistemas similares en la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). Esto se realizará a través de un segundo cuestionario en línea, preparado específicamente para estos actores.
6. Aplicar el segundo cuestionario sobre el tema, a empresas seleccionadas de APS en el continente americano, a partir de la Red de Empresas Hermanas para América Latina y el Caribe (WOP-LAC).
7. Desarrollar la interrelación de los insumos internos, con los aportados por las empresas públicas a consultar y las empresas latinoamericanas similares, a efectos de establecer recomendaciones al respecto de lo solicitado.
8. Listar los pros y contras de cada opción identificada, considerando los puntos anteriores.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 8 de 24
	Informe FINAL	N° de Versión: 01	

5. Alcances y limitaciones

1. Únicamente se analizó el sistema SCADA como tal, sin sumar a la investigación el resto de los componentes que conforman la automatización de los sistemas de acueductos.
2. El alcance del análisis no solo se limitó a los sistemas internos de AyA, también fueron comparados con sistemas SCADA utilizados por empresas externas, tanto del medio nacional como de la región latinoamericana.
3. La respuesta de PAPS, ICE y de la empresa Obras Sanitarias, respecto al tipo de solución SCADA que utiliza, no permitió realizar una comparación más detallada entre sistemas, por lo cual, se tomaron como base para establecer los “pro” y “contras” de cada sistema, el SCADA denominado Ignition, que es utilizado por GAM, y el SCADA Wonderware, que es utilizado por Sistemas Periféricos.
4. El análisis se limitó a realizar una comparación cualitativa, no cuantitativa, de los sistemas SCADA.
5. A pesar de los esfuerzos de la UEN ID, no se logró obtener todas las respuestas deseadas de las empresas externas al AyA consultadas.

6. Metodología

Entrevistas: Con el objetivo de analizar los “pro” y los “contra” de las experiencias adquiridas con el uso de los sistemas SCADA, utilizados por las diferentes unidades operativas de la institución; se convocó a los funcionarios encargados de controlar estos sistemas en la Subgerencia de Sistemas GAM, Subgerencia de Sistemas Periféricos, Unidad Ejecutora PAPS, quienes expusieron brevemente todo lo relacionado a sus sistemas de supervisión, control y adquisición de datos. Igualmente se convocó al subdirector del proyecto RANC-EE, quien realizó también una pequeña presentación relacionada al componente SCADA dentro de la consultoría especializada que se contrató, para llevar a cabo el control operacional de las redes.

Formularios: Como parte del análisis, se redactaron a través de la herramienta “Google Forms”, dos formularios con preguntas relacionadas al uso y alcance de los sistemas SCADA. Un formulario es para ser aplicado con las áreas operativas internas de AyA, y el otro será aplicado a encargados de la operación de este sistema en empresas nacionales, así como internacionales, usando como herramienta para este último fin, la red WOP-LAC.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 9 de 24
	Informe FINAL		N° de Versión: 01

Recopilación de Información: La información se recopiló a través de dos líneas:

1. De la información contenida en las presentaciones que ofrecieron las unidades involucradas en el tema (RANC-EE, Sistemas Periféricos, Sistemas GAM y PAPS).
2. A través de las respuestas que cada una de las áreas involucradas, emitieron al completar el formulario respectivo.

7. Responsables

La UEN Investigación y Desarrollo, por medio del Área Funcional Desarrollo Tecnológico, fue la encargada de realizar esta investigación.

8. Descripción de resultados


Con base en los objetivos específicos planteados en el apartado número 3, se desglosan a continuación los resultados obtenidos para este análisis, en base a la metodología establecida en el apartado No 6:

8.1. Compilación descriptiva de cada una de las propuestas internas.

Se efectuaron entrevistas a los responsables del manejo de estos sistemas SCADA de diferentes dependencias de la Institución, como lo son: la Dirección de Control Operativo del Acueducto Metropolitano, la UEN de Producción y Distribución de Sistemas Periféricos y la Unidad Ejecutora del Programa de Agua Potable y Saneamiento (PAPS); así como a otros departamentos involucrados de manera indirecta en el tema, como lo es la Unidad Ejecutora para el desarrollo del Proyecto para Reducción de Agua no Contabilizada y Optimización de la Eficiencia Energética (RANC-EE).

8.2. Validación de criterios principales para el análisis de las tecnologías en estudio.

Los criterios principales que fueron definidos para sustentar el análisis de los “pro” y “contra” de las experiencias del sistema SCADA, utilizado por cada una de esas áreas a nivel institucional, fueron los siguientes:

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 10 de 24
	Informe FINAL		N° de Versión: 01

- a) El sistema SCADA existente.
- b) La plataforma utilizada.
- c) La transmisión de datos.
- d) Almacenamiento de datos.
- e) Costos.
- f) Usuarios.
- g) Mantenimiento.
- h) Fortalezas y debilidades.
- i) Lecciones aprendidas.
- j) Centro de control.
- k) Comisión de SCADA.

8.3. Análisis primario de nivelación de las propuestas.

Para cumplir con este objetivo específico, se desarrollaron formularios haciendo uso de la herramienta “Google Forms”. Los formularios redactados fueron enviados a cada uno de los responsables del manejo de los sistemas SCADA en la Institución. En [este enlace](#) se puede visualizar el formulario desarrollado.

8.4. Búsqueda específica en artículos puntuales sobre el tema de SCADA’s.

El pasado 18 de julio, se coordinó con el CEDI el barrido de información relacionada con el tema de SCADA. Por parte de esa Dirección, se recibieron documentos y tesis relacionadas con el tema. En [este enlace](#) se puede visualizar los artículos mencionados.

8.5. Consulta a especialistas de ICE y CNFL.

Al igual que con las dependencias internas de AyA, se recató y envió un formulario a través de la herramienta “Google Forms”, a empresas externas al AyA, pero del medio nacional, como lo son: el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). En [este enlace](#) se puede visualizar el formulario desarrollado.

8.6. Consulta a empresas de APS en América Latina y el Caribe.

Para el cumplimiento de este objetivo específico, se contó el apoyo de la Dirección de Cooperación y Asuntos Internacionales, para enviar el formulario a empresas del continente americano, a través de la Red de Empresas Hermanas para América Latina y el Caribe (WOP-LAC). En [este enlace](#) se puede visualizar el formulario desarrollado.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 11 de 24
	Informe FINAL	N° de Versión: 01	

8.7. Interrelación de los insumos aportados.

En el [documento de enlace](#), se puede apreciar el procesamiento de los datos obtenidos a través de la metodología establecida para este análisis.

8.8. Listar los pros y contras de cada opción identificada, considerando los puntos anteriores.

Ver anexos 3 y 4.

8.9. Analizar la integración con otras propuestas institucionales.

Pendiente aún de consultar con la Dirección de Planificación y otras instancias para propiciar propuesta de integración.

9. Conclusiones


1. La lógica de control está embebida en los controladores de campo y no en el sistema SCADA como tal. **El SCADA es simplemente el receptor de la información obtenida de los controladores.**
2. Basándose en la cantidad de variables medidas o controladas por cada uno de los administradores de SCADA, se podría concluir, que cada administrador **toma como punto de referencia para elegir el tipo de SCADA a utilizar, las variables que controla, o va a controlar dentro de su sistema de acueducto.** También toma en cuenta factores adicionales tales como: **el área a cubrir y los procesos que desea controlar** dentro de su sistema de acueducto (hidráulica, energía, parámetros físico-químicos del agua, plantas de tratamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales). Muestra de esto, es el caso de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), quienes a través de una consulta telefónica indicaron, que por un asunto de conveniencia respecto al servicio que esta compañía brinda, tuvieron que migrar del software Wonderware al software ADMS (advanced distribution management system), el cual está desarrollado específicamente para la gestión de la generación, distribución y suministro de energía eléctrica. Cabe resaltar que el software ADMS, al igual que el Wonderware, es distribuido en Costa Rica por Schneider Electric.

Podría concluirse entonces, que la UEN PD de la SGSG, utiliza el software Ignition, primero, por el hecho de manejar su sistema de monitoreo y control **dentro de un área de cobertura más concentrada, y segundo, porque la cantidad de variables que controlan es pequeña (400 actualmente, 1500 a mediano o largo plazo), en comparación a las variables que se controlan en la SGSP.** Por su parte, la UEN PD de la SGSP utiliza el software Wonderware, debido a que esta



Subgerencia **maneja su sistema de monitoreo y control, dentro de un área de cobertura más amplia y más dispersa; además, controla una mayor cantidad variables dentro de su sistema pequeña (3000 actualmente, 45000 a mediano o largo plazo).**

3. Cada una de las dependencias que administra sistemas SCADA, **cuentan con la experiencia necesaria** para definir con propiedad, qué tipo de solución SCADA es la que más les conviene **de acuerdo con los procesos que desea controlar.**
4. El hecho de que un sistema SCADA cubra las necesidades de monitoreo y control de una dependencia, **no significa que igualmente ese sistema va a cubrir las necesidades de monitoreo y control de otra dependencia institucional.**
5. **El costo no es una variable que pueda tomarse como punto de comparación entre un SCADA y otro;** el SCADA es escogido tomando en cuenta otras variables adicionales como lo son: el desarrollo que trae ya implícito el software escogido en cuanto a que permite o no permite hacer la herramienta, si posee una arquitectura abierta y compatible con otros softwares de uso común, como herramientas de Microsoft Office por ejemplo.
6. La dirección de Tecnologías de la Información (TI), facilita los medios para la custodia y transporte de los datos obtenidos a través del SCADA; sin embargo, **no se evidencia su participación directa en la adquisición de estos sistemas, ni de los equipos de campo que conforman todo el sistema de monitoreo y control de los acueductos.**
7. **Independientemente del sistema SCADA que se utilice, TI podría eventualmente recopilar los datos generados por los sistemas de monitoreo y control y custodiarlos en servidores propios;** sin embargo, la unificación de estos sistemas en un único sistema corporativo **podría requerir de herramientas adicionales** para la integración de los diferentes tipos de SCADA.
8. El hecho de que todos los sistemas utilizados en AyA, presenten una arquitectura abierta y flexible y con facilidad de conectividad a otros sistemas corporativos, facilitará la tarea de unificar a la institución en un único sistema SCADA, **o bien, integrar cada uno de ellos a un único sistema de información corporativa.**
9. Según las partes consultadas, un cambio de sistema SCADA **no es conveniente desde un punto de vista operacional y de costos.** Migrar a un nuevo sistema operativo, **implica investigación y desarrollo previo para lograr un cambio.** El uso de una nueva herramienta trae consigo una transformación de la manera como se vienen haciendo las cosas, ya que se requiere variar aspectos tales como: **los centros de control, la cantidad de operadores por cada centro de control, roles, competencias, así como involucrar al personal a ser parte del cambio,** entre otros.
10. La rentabilidad del sistema SCADA actual de cada dependencia, no puede únicamente calcularse desde una óptica cuantitativa, dado que lleva implícito otros

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 13 de 24
	Informe FINAL	N° de Versión: 01	

aspectos tales como: **imagen institucional, la mejora en la calidad del servicio que da la institución, decisiones oportunas en la operación del acueducto**, entre otros.

11. Modbus y DNP3, son los protocolos de comunicación más comúnmente utilizados en los sistemas SCADA, tanto en AyA, como en empresas externas.
12. El sistema SCADA Ignition **no presenta restricciones en cuanto a cantidad de usuarios por licencia se refiere**.
El sistema SCADA Wonderware, **permite únicamente 5 usuarios por sistema**.
13. La figura de "Integrador", **no parece tener el mismo alcance** que la figura del "Distribuidor Autorizado".
14. Para lograr un aprovechamiento mayor del sistema SCADA, indistintamente cual sea, el personal que lo administra y atiende, **debe tener un nivel alto de escolaridad acorde al puesto, así como estar capacitado para interpretar los datos que arroja el sistema y poder utilizarlos para la optimización de los sistemas de acueductos, mejorando así el servicio brindado a los usuarios**.
15. **No existen lineamientos estandarizados a nivel institucional**, en cuanto a las condiciones que un centro de control debería tener.
16. Existe una norma que regula las condiciones bajo las cuales debería operar un centro de control; la norma es la **ISO 11064** y está dividida en siete tomos. En esta norma se especifica, desde cómo diseñar un centro de control, hasta los principios que deben regir para la evaluación de este. El AyA no cuenta con esta norma.
17. Según algunas de las partes consultadas, los centros de control **deberían contar con una "sala de crisis", destinada a la atención de emergencias**.
18. La "Comisión de SCADA" **no está conformada por todos los administradores de los sistemas SCADA institucionales**, por lo cual su alcance es limitado. Los lineamientos y decisiones que se toman a través de esta comisión **son aplicados únicamente para la Subgerencia de Sistemas GAM**. Además, **no se evidencia la directriz mediante la cual se creó esta comisión**.

10. Recomendaciones

1. En caso de que se acuerde por parte de la Administración Superior unificar el sistema SCADA institucional, deberán asegurarse de que éste posea una comunicación compatible con los diversos equipos de campo con que cuenta el AyA en sus regiones y zonas.
2. Como medida de estandarización institucional, se recomienda que cada una de las unidades responsables del diseño de nuevos proyectos o mejoras en los ya existentes, que lleven implícitos el desarrollo de sistemas de monitoreo y control,



se asesoren con los administradores de los sistemas SCADA institucional, de acuerdo al área de su competencia.

3. El hecho de que un sistema SCADA cubra las necesidades de una dependencia, no significa que igualmente ese sistema vaya a satisfacer las necesidades de otra dependencia institucional. Sería recomendable, que el consultor contratado por RANC-EE, **evalúe de una manera más detallada, la conveniencia que tiene el sistema actualmente utilizado por cada dependencia**, con respecto a: **el área de cobertura** que maneja cada Subgerencia Operativa, **los procesos que cada Subgerencia Operativa desea controlar dentro de su acueducto**, **los equipos de campo y de control instalados**, **la cantidad de variables que controla actualmente cada dependencia**, así como **la cantidad de variables que tienen proyectado controlar a mediano y largo plazo**, entre otros.
4. En términos monetarios, la plataforma Wonderware es mucho más costosa que Ignition; sin embargo, sería recomendable que el consultor contratado por RANC-EE, **realice un análisis más detallado del tema costo/beneficio**, para validar si efectivamente el software de más bajo costo es el más adecuado, **si se toman en consideración los costos y el tiempo requeridos para realizar desarrollos adicionales en el SCADA**, necesarios para que éste ejecute funciones adicionales a las que trae ya incluidas por defecto.
5. Sería recomendable que el consultor contratado por RANC-EE, **realice un análisis costo/beneficio**, donde se demuestre claramente la conveniencia de unificar un sistema SCADA para toda la institución, **o si, por el contrario, lo más recomendable sería que los sistemas actuales continúen existiendo como hasta ahora se ha hecho y apuntar hacia la integración de todos los sistemas SCADA, en un único sistema de información corporativa**, ya que el proceso de cambio de migrar de un sistema SCADA a otro, **no es sencillo. Los beneficios de ese cambio deberán ser superiores a los actuales**, ya que, si bien es cierto que el tener diferentes sistemas conllevaría quizá, a incurrir en problemas a la hora de compartir información entre cada uno de ellos, así como compartir información con un sistema centralizado. Un cambio de sistema requerirá de un **análisis detallado de las inversiones previamente realizadas por el AyA, además de otras valoraciones como conocimientos ya adquiridos sobre el uso de herramientas específicas, valoración del proceso de adaptación al cambio y recursos adicionales que pueda implicar**, entre otros.
6. Remitir el informe a la Unidad Ejecutora del Programa RANC-EE, con el fin de que ésta valore los insumos aportado en este informe, en el marco de la consultoría del experto especializado en esta materia, que recién inició.

	Evaluación de Sistemas SCADA Institucionales		Página 15 de 24
	Informe FINAL	N° de Versión: 01	

11. Anexos:

Anexo 1: [Minuta de reunión del Consejo Gerencial No. 14-2019, de fecha 10 de junio de 2019.](#)

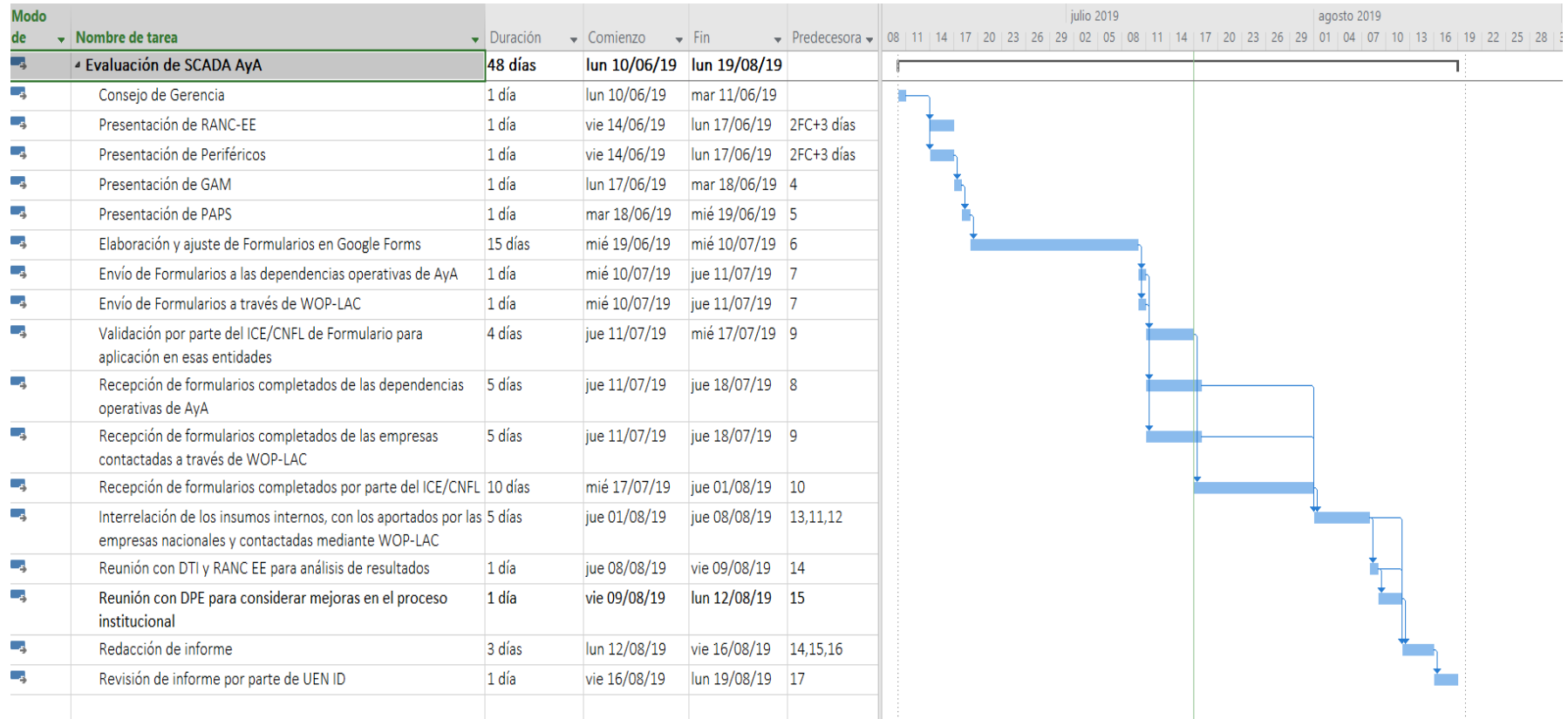
Anexo 2: Cronograma de trabajo.

Anexo 3: Cuadro de similitudes entre sistemas SCADA analizados.

Anexo 4: Cuadro de “pros” y “contras” de las opciones de sistemas SCADA analizados.



Anexo 2: Cronograma de trabajo.



**Anexo 3:** Cuadro de similitudes entre sistemas SCADA analizados.

<i>Criterios para Análisis del sistema SCADA</i>	<i>Resultados</i>	<i>Observaciones</i>
Con respecto al sistema SCADA existente.	El 60% de los administradores entrevistados (corresponde <u>al total</u> de las dependencias de AyA), utiliza el SCADA para: monitoreo, control, automatización y optimización.	
Con respecto a la plataforma	<p>En promedio, el 71% de los administradores de sistemas SCADA, indican que su sistema utiliza ethernet y radiofrecuencia como medio de comunicación.</p> <p>El sistema permite modificar la evolución del proceso en tiempo real, controla dispositivos de manera remota, alerta sobre emergencias y cambios normales de la operación del acueducto mediante alarmas e indicadores y permite recibir las alarmas en dispositivos móviles.</p> <p>El sistema SCADA posee arquitectura flexible y abierta a otras tecnologías, lo que permite una conectividad y transferencia de datos con otros sistemas corporativos.</p> <p>Tanto la UENPD de la SGSP como la UENPD de la SGSG, indican que sí</p>	<ol style="list-style-type: none">1. La UEN PD de la SGSP, subraya que “la lógica de control está embebida en los controladores de campo y no en el SCADA propiamente”.2. La UEN PD de la SGSP, indica que “el sistema Ignition, requiere de más desarrollo para algunas funciones”.3. La UEN PD de la SGSP, indica que, “por un tema de falta lineamientos, en proyectos entregados por unidades ejecutoras, se ha tenido en el pasado, Plataformas distintas a la actual”.



	han utilizado otros sistemas SCADA anteriormente.	
Con respecto la transmisión de datos.	<p>El 66% de los administradores entrevistados, indican que su sistema SCADA utiliza como protocolos de comunicación: modbus, DNP3, redes 3g y 4g.</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP, indica que “los enlaces mediante 3g y 4g no son confiables para el control, padecen de los mismos problemas de la telefonía celular, como por ejemplo caída de la red 3g o 4g, saturación de la radio base asignada, malfuncionamiento del chip, entre otros. La experiencia dicta, que hay equipos o puntos muy estables y otros que por temas de infraestructura celular fallan frecuentemente”.</p>
Con respecto al almacenamiento de datos.	<p>En promedio, el 70% de los administradores de sistemas SCADA, indican que este cuenta con historiadores de datos.</p> <p>Los datos del sistema SCADA Ignition, se almacenan y custodian en servidores de la Dirección de Tecnología de la Información (TI).</p> <p>Un dato importante que considerar es la cantidad de puntos y variables que manejan actualmente ambas Subgerencias Operativas, así como</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP, indica que, “Ignition lo que posee es un módulo conector para almacenar información en una base de datos, y un módulo reportador y todo requiere de desarrollos adicionales que son por los que se cobra un monto adicional.</p> <p>2. El sistema sí es funcional, pero requiere desarrollos importantes que demandan recursos de personal especializado en consultas y</p>



	<p>las variables que serán manejadas a largo plazo.</p> <p>Actualmente SGSG maneja 400 variables y a mediano o largo plazo manejará 1500 variables.</p> <p>Actualmente SGSP maneja 3000 variables y a largo plazo manejará 45000 variables.</p>	<p>manejo transaccional en bases de datos y lo más importante, el tiempo”.</p> <p>3. La UEN PD de la SGSP, indica que “no utilizan los datos adquiridos para la gestión de la calidad, ni para conocer y prever el comportamiento del acueducto; sin embargo, más adelante aclara que quienes sí utilizan los datos para ese propósito, son los directores e ingenieros regionales”.</p>
<p>Con respecto a los costos.</p>	<p>Los datos aportados por UENPD de la SGSM son muy generales, mientras que la UENPD de la SGSP, indica que los costos están asociados a cada solución en específico que se busca controlar.</p> <p>UENPD de la SGS: La licencia que actualmente tiene AyA. tuvo un costo de \$21000, una única vez.</p> <p>UENPD de la SGSP: va a depender de la arquitectura que se proponga. El costo del sistema está totalmente relacionada a la arquitectura que se quiera implementar, redundancia en software, hardware, componentes, etc.</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP indica, que “no es correcto abordar esta métrica solo por el tema de costo de variables, ya que también depende de las características de la plataforma en cuanto a: qué permite o no hacer con una variable y cuánto desarrollo o limitantes tenga la plataforma.</p> <p>2. La UEN PD de la SGSP indica que, “para la plataforma de Ignition, no es correcto pensar que una licencia de 5000 dólares de tags ilimitados puede cubrir todas las</p>



		necesidades de la Sugerencia de Sistemas Periféricos”.
Con respecto a los usuarios.	<p>No hay similitudes entre los sistemas, en cuanto al número de usuarios permitidos por licencia. UENPD de la SGSG, indica que la cantidad de usuarios por licencia es ilimitada; mientras que UENPD de la SGSP, indica que la plataforma Wonderware de Schneider, permite solamente 5 usuarios por sistema.</p> <p>Con respecto al análisis para uso de otros sistemas SCADA, tanto la UENPD de la SGSM como la UENPD de la SGSP, concuerdan en que sí se han realizado análisis al respecto, pero que son los sistemas implementados actualmente, los que son capaces de cumplir con los requerimientos para el control y optimización de sus sistemas de acueductos.</p>	
Con respecto al soporte.	<p>Solamente la UENPD de la SGSP (que corresponde al 20% de los administradores de sistemas SCADA) indica que su sistema SCADA sí cuenta con un distribuidor autorizado en Costa Rica.</p>	



	<p>La UENPD de la SGSP y PAPS (que corresponde al 40% de los administradores de sistemas SCADA), indican que el tiempo de respuesta a soluciones de problemas y soporte, serían los riesgos de no contar con un distribuidor autorizado en Costa Rica.</p>	
<p>Con respecto al mantenimiento.</p>	<p>El 70% en promedio, concuerdan con que el mantenimiento se realiza con recurso propio y que la tarea consiste básicamente en mantenimiento de programas y equipo de campo.</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP indica que “la Subgerencia no adquiere sistemas que no conozca, por el simple hecho de que la operación de nuestros acueductos es crítica y de respuesta inmediata. La respuesta de primera atención no está ligada a contratos, por lo tanto, es más eficiente”.</p>
<p>Con respecto a las fortalezas y debilidades.</p>	<p>El 100% de los administradores de sistemas SCADA, concuerdan en que el acceso a la información en tiempo real es uno de los tres aspectos más importantes que aporta el sistema SCADA, como valor agregado al AyA.</p> <p>El 60% de los entrevistados, considera el aspecto del costo, como una de las tres limitaciones más importantes del sistema que utiliza actualmente.</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP indica que “el sistema cuenta con una plataforma de soporte muy eficaz. Presenta mucha estabilidad, por lo que las intervenciones son pocas.</p> <p>2. Tiene acceso directo al respaldo del fabricante, lo que no es posible a través de un integrador”.</p>



		<p>3. Es importante tomar en consideración, la facilidad que tenga el SCADA para interoperar con otros sistemas (arquitectura flexible).</p> <p>4. La UEN PD de la SGSP indica que, “Wonderware es una plataforma más costosa, <u>si se analiza únicamente desde un punto de vista de costos</u>”.</p>
Con respecto a los criterios de selección.	<p>El 60% de los administradores de sistemas SCADA, indica que el tema del soporte técnico local y los protocolos de comunicación utilizados por el SCADA para interactuar con del resto de los equipos de campo, son fundamentales para la selección del Sistema.</p>	
Con respecto a las lecciones aprendidas.	<p>El 100% los administradores de sistemas SCADA, indican que realizar un cambio de sistema SCADA <u>no es conveniente desde un punto de vista operacional y de costos.</u></p> <p>Indican también, que la optimización de la operación del servicio y la reducción de costos, son los grandes beneficios obtenidos con el desarrollo</p>	<p>1. La UEN PD de la SGSP indica que “para el caso de Ignition, los requerimientos de la casa matriz para certificar a un integrador, son menos exigentes”.</p> <p>2. Tanto la UEN PD de la SGSP, así como La UEN PD de la SGSM, indican que “no se puede calcular la</p>



	y puesta en marcha de los sistemas SCADA.	rentabilidad del sistema SCADA desde un punto de vista cuantitativo”.
Con respecto al centro de control.	<p>En promedio, el 75% de los entrevistados, indican que sí es viable mover el centro de control, e indican además, que es posible tener acceso al sistema SCADA desde cualquier otro punto que no sea el centro de control.</p> <p>Indican que su personal sí está capacitado para interpretar la información del sistema SCADA y atender correctamente la gestión diaria del acueducto.</p>	<ol style="list-style-type: none">1. La UEN PD de la SGSP indica que, “en la institución no existe la cultura de brindar el personal adecuado para maximizar el aprovechamiento de plataformas tecnológicas como la de los SCADA”.
Con respecto a la comisión de SCADA.	<p>El 66% de los administradores de sistemas SCADA institucionales, no asisten o no conocen siquiera, de la existencia de la "Comisión de SCADA".</p>	<ol style="list-style-type: none">1. La UEN PD de la SGSP indica que, “no asiste porque en algún momento se dejó claro que no era una comisión institucional, sino que era una comisión de la Región Metropolitana. Esta posición la dejó clara el coordinador de la comisión, al entonces director de la UEN de la UEN PD de la SGSP”.



Anexo 4: Cuadro de “pros” y “contras” de las opciones de sistema SCADA analizados.

	PROS	CONTRAS
Con respecto a la plataforma		
Ignition		El sistema requiere de más desarrollo para algunas funciones.
Wonderware	Requiere de poco o nulo desarrollo para algunas funciones.	
Con respecto al almacenamiento de datos		
Ignition		No posee historiador; lo que tiene es un modulo conector para almacenar en una base de datos y un modulo reporteador en donde todo requiere ser desarrollado. Funcional si, pero requiere desarrollos importantes que demandan recursos de personal especializado en consultas y manejo transaccional en bases de datos y lo mas importante, el tiempo.
Wonderware	El historiador de datos ya viene desarrollado.	
Con respecto a los costos		
Ignition	La licencia tiene un costo de \$ 21000, una única vez.	
Wonderware		El costo de la licencia va a depender de la arquitectura que se proponga.
Con respecto a los usuarios		
Ignition	Es ilimitado. El esquema de licenciamiento permite que con solo una licencia, se puedan solventar todas las necesidades de SCADA.	
Wonderware		Está limitado a 5 usuarios por sistema.
Con respecto al soporte		
Ignition		No cuenta con un distribuidor autorizado en el país. El tema de soporte es atendido por un integrador , que es una figura (una persona o compañía) que se certifica para crear, desarrollar, dar mantenimiento y implementar soluciones SCADA con esta herramienta. Dependiendo de la empresa que lo certifique, las exigencias para obtener dicha certificación podrían no ser muy exigentes.
Wonderware	Cuenta con un distribuidor autorizado en el país.	