

Universidad Nacional

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Escuela de Informática



“Sistema web de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos, del Instituto de Investigaciones en Salud”

Para optar al grado de Licenciatura en Informática con énfasis en
Sistemas de Información

Ing. Josías Ariel Chaves Murillo

Pérez Zeledón, San José, Costa Rica

2018

HOJA DE APROBACIÓN

Trabajo Final de Graduación presentado el 09 de junio de 2018, en la ciudad de San Isidro de El General, Pérez Zeledón, San José, Costa Rica, como requisito para optar al grado de Licenciatura en Informática con énfasis en Sistemas de Información.

El trabajo presentado se da por aprobado por los miembros del Tribunal Examinador.

Miembros del Tribunal Examinador

M.A. Yalile Jiménez Olivares.
Vicedecana, Sede Regional Brunca

M.L. Joseph Montenegro Bonilla
Director Académico, Campus Pérez Zeledón

Msc. Daniel Moreno Conejo
Profesor Tutor

Msc. Johan Espinoza González
Lector Interno

Ing. Alex Núñez Mena
Lector Externo

DEDICATORIA

Quiero dedicar esto a Dios quien me ha dado la sabiduría y el conocimiento para poder llegar hasta aquí, a quien me ha acompañado durante todos estos años de estudio, en los buenos y malos momentos, Él ha estado ahí.

Josías Ariel Chaves Murillo.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones en Salud por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo, por abrir las puertas con el objetivo de permitir la generación de conocimiento y aportar a mi formación profesional.

A Daniel Moreno Conejo por su apoyo, trabajo y guía en este trabajo, y por su gran disposición para ayudar a pesar de la distancia.

A Alex Núñez por su aporte tan valioso en aspectos técnicos de control de aguas y procesos del Instituto de Investigaciones en Salud.

A Johan Espinoza, por su colaboración en la elaboración de este trabajo.

A todos ellos, mi más profundo agradecimiento.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto denominado Sistema web de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos del Instituto de Investigaciones en Salud fue desarrollado por el Ingeniero Josías Ariel Chaves Murillo con el objetivo de crear un conjunto de aplicaciones informáticas que permitieran mejorar el control de la calidad de las aguas.

Las aplicaciones desarrolladas fueron una aplicación móvil para los muestreos en campo y una aplicación web para los análisis de ensayos que son soportadas por un conjunto de servicios web para la automatización, trazabilidad, seguridad y sincronización de la información que viaja por internet desde los dispositivos móviles hasta las computadoras del laboratorio, integrando los procesos de muestreo, trazabilidad y análisis de ensayos en un único sistema informático.

Las aplicaciones desarrolladas han sido entregadas al emprendimiento EcoCtrl que busca proveer aplicaciones para el control de variables ambientales.

MENCIONES

El conjunto de aplicaciones desarrolladas en este trabajo final de graduación resultaron ganadores del premio SeedStarts Costa Rica Región Brunca evento organizado por PROCOMER (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica).

Ver [Anexo #9 Premio de PROCOMER](#).

Índice de Contenidos

HOJA DE APROBACIÓN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN EJECUTIVO	5
MENCIONES	6
CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN	12
1.1 INTRODUCCIÓN	13
1.2 ANTECEDENTES	14
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 ALCANCES	18
1.5 LIMITACIONES	18
1.6 DEPENDENCIAS	19
1.7 OBJETIVOS	19
1.7.1 <i>Objetivo general</i>	19
1.7.2 <i>Objetivos específicos</i>	19
CAPÍTULO II - MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 MARCO REFERENCIAL.....	21
2.1.1 <i>Agua Potable Salubre</i>	21
2.1.2 <i>Problemática del Agua en Costa Rica</i>	21
2.1.3 <i>Consecuencias de no controlar la calidad del agua</i>	22
2.1.4 <i>Instituto de Investigaciones en Salud</i>	23
2.1.4.1 <i>Qué es el INISA</i>	23
2.2 MARCO TÉCNICO.....	24
2.2.1 <i>Software Libre</i>	24
2.2.2 <i>Experiencia de Usuario</i>	25
2.2.2.1 <i>Qué es la Experiencia de Usuario</i>	25
2.2.2.2 <i>Accesibilidad</i>	25
2.2.2.3 <i>Funcionalidad</i>	25
2.2.2.4 <i>Utilidad</i>	25
2.2.2.5 <i>Findability</i>	26

2.2.2.6 Estética	26
2.2.2.7 Credibilidad.	26
2.2.3 Aplicación Web.	26
2.2.4 Aplicación Móvil.	26
2.2.5 Servicios Web.	27
2.2.5.1 Qué es un web service.....	27
2.2.5.2 Arquitectura SOAP.....	27
2.2.6 Servidor de aplicaciones.	27
2.2.6.1 Qué es un servidor de aplicaciones.	27
2.2.6.2 Payara Server.	27
2.2.7 Bases de Datos.	28
2.2.7.1 Qué son las bases de datos.	28
2.2.7.2 Sistemas gestores de bases de datos (SGBD).	28
2.2.7.3 MySQL.	28
2.2.7.4 Sqlite.....	28
2.2.7.5 Arquitectura de un sistema de bases de datos.	29
2.2.7.6 Sistemas distribuidos de bases de datos.	29
2.2.7.7 Motivos para construir un sistema distribuido.....	30
2.2.8 Computación en la nube.	30
2.2.8.1 Qué es la computación en la nube.	30
2.2.8.2 Software as a service (SaaS).	30
2.2.8.3 Infraestructure as a service (IaaS).	31
2.2.8.4 Amazon Web Services.	31
2.2.9 Entornos de Desarrollo Integrado (IDE)	31
2.2.9.1 Qué es un IDE.	31
2.2.9.2 Android Studio.....	32
2.2.9.3 Netbeans.	32
2.2.10 Lenguajes de Programación.....	33
2.2.10.1 Qué es un lenguaje de programación.....	33
2.2.10.2 Java.....	33
2.2.10.3 HTML.....	33
2.2.10.4 CSS.....	33
2.2.10.5 JavaScript.....	34
2.2.11 Criptografía.	34
2.2.11.1 Qué es la encriptación.	34
2.2.11.2 Algoritmo AES.....	34
2.2.11.3 Algoritmos Hash.	34
2.2.12 Metodologías ágiles de desarrollo.	35

2.2.12.1	Qué son las metodologías ágiles de desarrollo.....	35
2.2.12.2	Manifiesto Ágil.....	35
2.2.12.3	Metodología Scrum.....	36
2.2.13	<i>Especificación de requerimientos IEEE 830-1998</i>	38
2.2.13.1	Partes del Estándar 830-1998:.....	38
2.2.14	<i>Patrón Modelo Vista Controlador (MVC)</i>	42
2.2.14.1	Componentes del patrón.....	42
2.3	MARCO METODOLÓGICO.....	42
CAPÍTULO III – PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO		44
3.1	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	45
3.2	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	46
3.2.1	<i>Factibilidad Técnica</i>	46
3.2.1.1	Especificación de Hardware y Software	46
3.2.1.2	Status de las Conexiones de Red	46
3.2.1.3	Mapas de Cobertura de Redes Telefónicas	47
3.2.1.4	Herramientas de Desarrollo	51
3.2.1.5	Conclusiones Factibilidad Técnica	51
3.2.2	<i>Factibilidad Operacional</i>	52
3.2.2.1	Habilidad de los usuarios.....	52
3.2.2.2	Soporte del Sistema	52
3.2.2.4	Conclusiones Factibilidad Operacional.....	53
3.2.3	<i>Factibilidad Económica</i>	54
3.2.3.1	Costos de Desarrollo	54
3.2.3.2	Costos de Recurso Humano.....	55
3.2.3.3	Costos Administrativos.....	55
3.2.3.4	Tabla Comparativa de Gastos.....	55
3.2.3.5	Conclusiones Factibilidad Económica.....	56
3.3	ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS	56
3.4	DISEÑO DE EXPERIENCIA DE USUARIO	58
3.5	MODELAJE DE DATOS	58
3.6	DESARROLLO	60
3.7	ESPECIFICACIÓN DE PRUEBAS	61
3.8	DOCUMENTACIÓN	62
3.9	DEPLOYMENT.....	62
CAPÍTULO IV – DEMOSTRACIÓN DE RESULTADOS.....		63
4.1	DEMOSTRACIÓN DE RESULTADOS.....	65

4.2 RESULTADOS POR OBJETIVO ESPECÍFICO.....	65
4.2.1 <i>Resultados App Móvil</i>	65
4.2.1.1 Módulo de servicios de muestreo.....	65
4.2.1.2 Módulo de grupos.....	66
4.2.1.3 Módulo de muestras.....	67
4.2.1.4 Parametrización inicial.....	69
4.2.2 <i>Resultados Registro Automático</i>	71
4.2.2.1 Conjunto integrado de triggers.....	71
4.2.2.2 Proceso automático de asignación de códigos de muestra.....	73
4.2.2.3 Módulo de trazabilidad.....	73
4.2.3 <i>Resultados App Web</i>	75
4.2.3.1 Módulo de mantenimientos generales.....	75
4.2.3.2 Módulo de recepción de muestras.....	76
4.2.3.3 Módulo de resultados de ensayos.....	77
4.2.4 <i>Resultados Mecanismos de Sincronización</i>	79
4.2.4.1 Esquema de bases de datos distribuidas.....	79
4.2.4.2 Mecanismo Sync.....	79
4.2.5 <i>Resultados Estadísticas</i>	82
4.2.4.1 Informe de resultados de ensayos.....	82
4.2.4.2 Informe de estadísticas de muestreadores.....	83
4.2.4.3 Reporte de muestreo en campo.....	84
4.3 RESULTADOS COMPLEMENTARIOS.....	85
4.3.1 <i>Implementaciones de seguridad</i>	85
4.3.1.1 Registro de control de dispositivos móviles.....	85
4.3.1.2 Esquema de encriptación.....	86
4.3.2 <i>Implementaciones de guía interactiva</i>	87
CAPÍTULO V – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
5.1 CONCLUSIONES.....	89
5.2 RECOMENDACIONES.....	90
GLOSARIO.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
ANEXOS.....	97

Índice de Imágenes

ILUSTRACIÓN 1 AGUAS-LABQUIAM INGRESO DATOS SIMPLES.	15
ILUSTRACIÓN 2 AGUAS-LABQUIAM INGRESO DATOS MÚLTIPLES.....	16
ILUSTRACIÓN 3 AGUAS-LABQUIAM BÚSQUEDA DE DATOS.....	16
ILUSTRACIÓN 4 AGUAS-LABQUIAM GRÁFICO DE ESTRELLA.....	17
ILUSTRACIÓN 5 EJE ESTRUCTURAL MARCO TEÓRICO.....	21
ILUSTRACIÓN 6 EJE ESTRUCTURAL PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	45
ILUSTRACIÓN 7 NIVELES DE COBERTURA MOVISTAR.	47
ILUSTRACIÓN 8 MAPA DE COBERTURA MOVISTAR.	48
ILUSTRACIÓN 9 NOMENCLATURA SUTEL.	48
ILUSTRACIÓN 10 MAPA DE COBERTURA CLARO SEGÚN LA SUTEL.....	49
ILUSTRACIÓN 11 NOMENCLATURA KOLBI.	49
ILUSTRACIÓN 12 MAPA DE COBERTURA KOLBI.	50
ILUSTRACIÓN 13 ARQUITECTURA DE BASES DE DATOS.	59
ILUSTRACIÓN 14 DIAGRAMA DE INTERCONEXIÓN DE APLICACIONES.....	60
ILUSTRACIÓN 15 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE RESULTADOS.	64
ILUSTRACIÓN 16 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 1.	65
ILUSTRACIÓN 17 PANTALLAS DE AGENDA, INSERCIÓN Y DETALLE DE SERVICIOS DE MUESTREO.	66
ILUSTRACIÓN 18 PANTALLAS DE INSERCIÓN Y DETALLE DE GRUPOS Y SELECCIÓN DE ENSAYOS.	67
ILUSTRACIÓN 19 PANTALLAS DE CONSULTA, EDICIÓN Y DETALLE DE MUESTRAS E INGRESO DE ENSAYOS EN CAMPO.	68
ILUSTRACIÓN 20 PANTALLAS DE AUTENTIFICACIÓN DE USUARIO.	70
ILUSTRACIÓN 21 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 2.	71
ILUSTRACIÓN 22 ESTRUCTURA DE TRAZABILIDAD DE MUESTRAS.	72
ILUSTRACIÓN 23 REGISTRO AUTOMÁTICO DE TRAZABILIDAD.....	73
ILUSTRACIÓN 24 PANTALLA DE TRAZABILIDAD.	74
ILUSTRACIÓN 25 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 3.	75
ILUSTRACIÓN 26 MANTENIMIENTO DE UNIDADES.	76
ILUSTRACIÓN 27 INGRESO DE RESULTADOS DE ENSAYOS.	77
ILUSTRACIÓN 28 INGRESO DE RESULTADOS DE ENSAYOS.	78
ILUSTRACIÓN 29 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 4.	79
ILUSTRACIÓN 30 SERVICIOS DE SINCRONIZACIÓN EN LA BASE DE DATOS.	80
ILUSTRACIÓN 31 REGISTROS DEL SERVICIO DE SINCRONIZACIÓN.	81
ILUSTRACIÓN 32 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 5.	82
ILUSTRACIÓN 33 SELECCIÓN DE MUESTRAS INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS.	83
ILUSTRACIÓN 34 ESTADÍSTICAS DE MUESTREADORES.	84

ILUSTRACIÓN 35 CORREO REPORTE DE MUESTREO EN CAMPO GENERADO POR SAMARITAN.....	85
ILUSTRACIÓN 36 REGISTRO DE DISPOSITIVOS AUTORIZADOS.....	86
ILUSTRACIÓN 37 REPRESENTACIÓN OBJETIVO ESPECÍFICO 5.	86
ILUSTRACIÓN 38 GUÍA INTERACTIVA.....	87

Índices de Tablas

TABLA 1 TABLA ESPECIFICACIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	46
TABLA 2 ESPECIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.	51
TABLA 3 COSTOS DE DESARROLLO.	54
TABLA 4 COSTOS DE RECURSO HUMANO.	55
TABLA 5 COMPARATIVA DE GASTOS.	55
TABLA 6 PLANTILLA DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	57
TABLA 7 PLANTILLA REQUERIMIENTOS COMUNES Y NO FUNCIONALES.	57

Índices de Anexos

ANEXO 1 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS AQUAC.....	98
ANEXO 2 ESPECIFICACIÓN DE PROTOTIPOS AQUAC.....	122
ANEXO 3 ESTÁNDARES Y ESQUEMAS DE BASES DE DATOS.....	140
ANEXO 4 PRUEBA DE SIMULACIÓN APLICADA.....	149
ANEXO 5 GUÍA PARA EL DEPLOYMENT.....	150
ANEXO 6 REPORTE DE MUESTREO EN CAMPO.....	159
ANEXO 7 CARTA DE FILÓLOGO.....	160
ANEXO 8 CARTA DEL INISA.....	161
ANEXO 9 PREMIO PROCOMER.....	162

Capítulo I – Introducción

1.1 Introducción

La propuesta consiste en el diseño e implementación de un conjunto de aplicaciones informáticas para la gestión de muestras de agua y su análisis en el laboratorio de Análisis de Aguas del Instituto de investigaciones en Salud (INISA) de la Universidad de Costa Rica.

Junto con lo anterior, las aplicaciones desarrolladas forman parte del emprendimiento "EcoCtrl" el cual tiene como objetivo de desarrollar plataformas tecnológicas para el control de variables ambientales que provean la base para la toma de decisiones en favor del medio ambiente.

El sistema computacional consiste en la integración de tres grandes procesos, de los cuales dos son operativos y uno es de seguimiento. A continuación, se describe cada uno de ellos.

El proceso de recolección de muestras es el primero de ellos, el cual consiste en que los muestreadores, que se desplazan por todo el país, realizan un trabajo de campo donde toman las muestras de agua con sus respectivas características: temperatura, pH, cloro y cualquier otro parámetro que sea requerido, asignándole un número a dicha muestra para su trazabilidad en el laboratorio.

El proceso de trazabilidad o seguimiento de las pruebas es el segundo de ellos, y es ejecutado cuando las muestras son obtenidas y se entregan al laboratorio para su posterior análisis. Cada una de las muestras puede ser de diferentes características, además, pueden ser sometidas a distintos ensayos, por lo que debe existir un mecanismo para dar el seguimiento adecuado a dichas muestras y adjuntar los resultados respectivos.

El proceso de análisis es el tercero y último, es ejecutado cuando las muestras han llegado al laboratorio, y se realizan los ensayos solicitados para dicha muestra, pueden ser físicos, químicos y microbiológicos, según se indique. Dichos resultados son registrados según la unidad de medida establecida para cada ensayo, dichos ensayos pueden tener repeticiones, además se utiliza un método estadística para obtener un resultado final: promedio, mediana o moda, según corresponda.

Actualmente, los tres procesos son ejecutados de forma manual y no utilizan herramientas informáticas que permitan su automatización total o parcial. Únicamente se usa el almacenamiento de los datos en Dropbox y alguna hoja de cálculo de Excel.

De esta forma, dadas las necesidades que requiere el laboratorio, se propone desarrollar dos aplicaciones informáticas que se conectan mediante una base de datos distribuida.

La primera, consiste en una aplicación móvil que permita el registro en campo de las muestras y sus respectivas características; así como la asignación automática de número de muestra, registro de los datos del cliente solicitante del muestreo, lugar de muestreo, e identificación del responsable del muestreo; y fecha del muestreo. El acceso a dicha aplicación será a través de usuario y contraseña.

La segunda, corresponde a una aplicación web que funcione con o sin conexión a internet mediante una base de datos de acceso local, que permita obtener la trazabilidad de las muestras mediante la generación de los códigos para el ingreso de las muestras, además del ingreso de los resultados de ensayo para cada muestra y el cálculo estadístico necesario para brindar los resultados.

1.2 Antecedentes

Entre los antecedentes, se puede encontrar una solución similar en el Laboratorio de Química Ambiental de la Universidad Nacional del Noreste, Argentina (LABQUIAM) que cuenta con un software llamado AGUAS-LABQUIAM.

La solución constituye un entorno gráfico especialmente diseñado para la administración de base de datos obtenida a partir del análisis de muestras ambientales (aguas, efluentes, etc.) en forma sencilla. Permite, además, la visualización de arreglos de datos en un formato gráfico, en forma de estrella, que permite representar de manera rápida y a simple vista las

características y variaciones de los parámetros seleccionados (Lezcano, Mase & Vázquez, 2006).

Dicho software fue desarrollado en Visual Basic 4.0 y 5.0 y para el almacenamiento de datos utiliza Microsoft Access y se divide en 4 secciones principales:

- 1) Primera sección: Permite el registro único de los datos de la muestra como son lugar, hora, extractor, temperatura y profundidad. Además, se registran los datos físico-químicos y una opción para guardar. Ver ilustración 1.

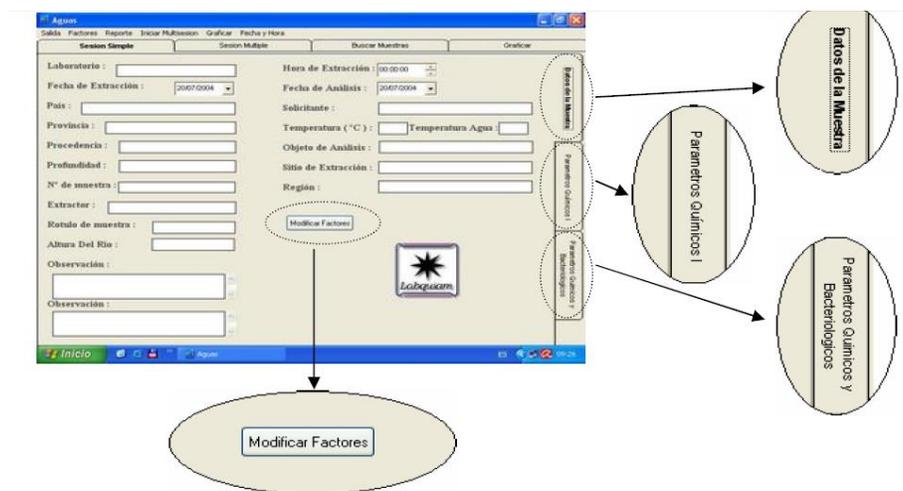


Ilustración 1 AGUAS-LABQUIAM Ingreso Datos Simples.

- 2) Segunda sección: Ingresa los mismos datos de la muestra de la sección 1, con la diferencia que permite un ingreso múltiple. Ver ilustración 2.

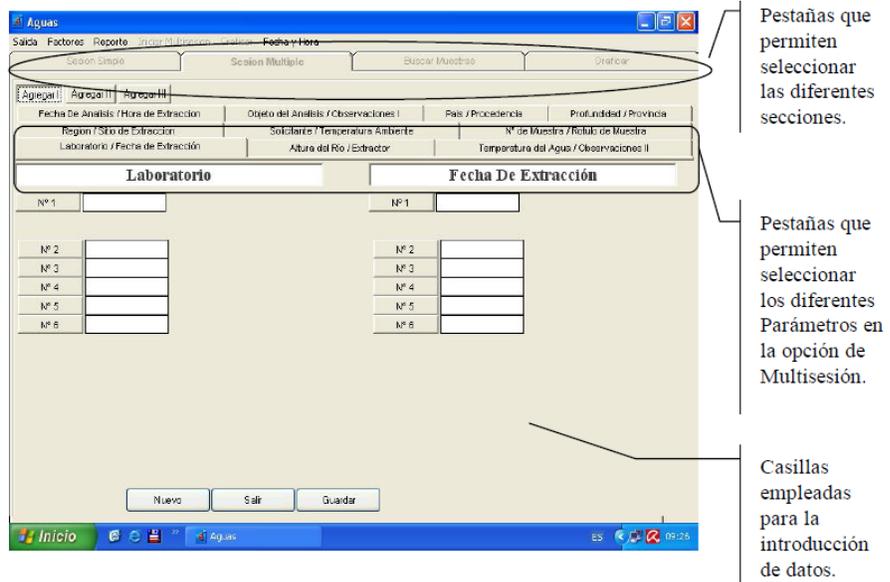


Ilustración 2 AGUAS-LABQUIAM Ingreso Datos Múltiples.

3) Tercera sección: Permite la búsqueda de datos y obtener un promedio de los mismos.
Ver ilustración 3.

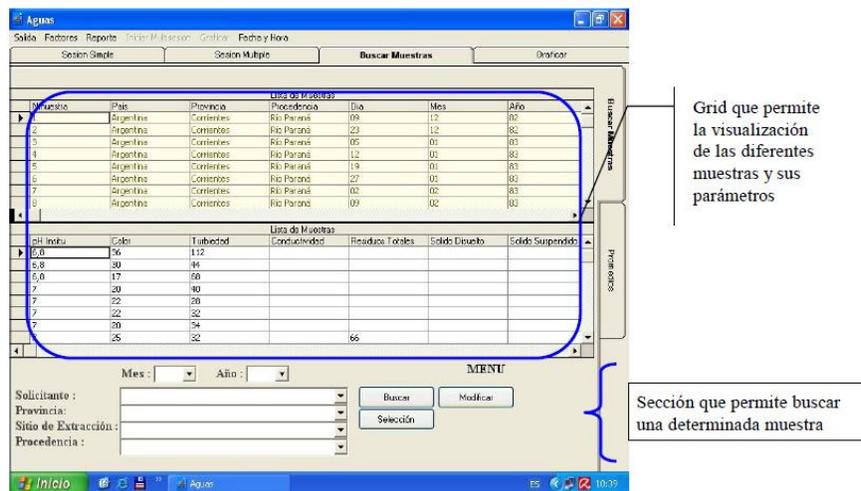


Ilustración 3 AGUAS-LABQUIAM Búsqueda de Datos.

- 4) Cuarta sección: Permite la generación de una estrella de 8 puntos donde cada punta es configurable y representa un dato de la muestra, adaptando la escala y exportar el gráfico a una imagen. Ver ilustración 4.

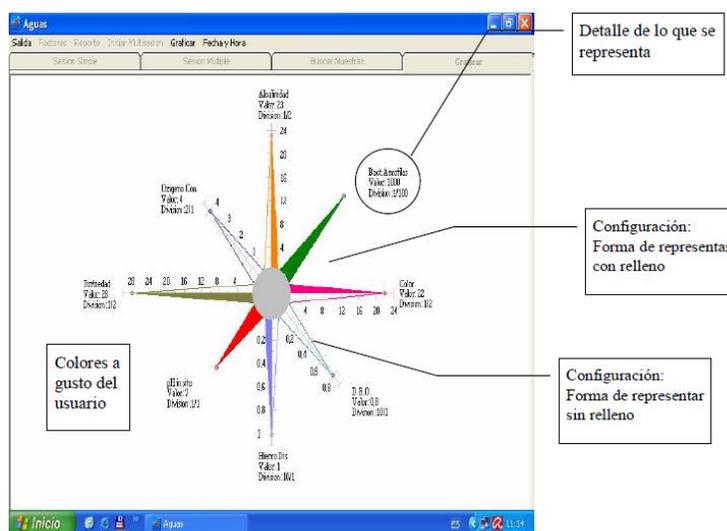


Ilustración 4 AGUAS-LABQUIAM Gráfico de Estrella.

1.3 Justificación

Actualmente el Laboratorio de Análisis de Aguas del INISA no cuenta con herramientas computacionales diseñadas a la medida, y la mayoría de los procesos son realizados manualmente o en papel. La incorporación de herramientas informáticas permitirá un mayor aprovechamiento del recurso humano del Laboratorio de Análisis de Aguas, mitigando el riesgo operativo de generación de errores y mejorando la respuesta a consultas de trazabilidad.

Sumando a lo anterior, el laboratorio brinda servicios de análisis de muestras de agua a los administradores de acueductos, que son organismos autorizados por ley para la gestión y distribución de agua potable. Dicho proceso de muestreo debe cumplir con lo establecido en el Decreto Ejecutivo No 38924-S, que obliga a los administradores de acueductos a muestreos frecuentes para detectar variaciones o contaminantes en las aguas, además cumple con el siguiente ordenamiento jurídico: Ley de Aguas No. 276, Reglamento para la Calidad

del Agua Potable decreto Ejecutivo 32327 y Reglamento de Vertido y reuso de Aguas Residuales Decreto 33601.

Además, debido a que el proceso no está automatizado el tiempo de respuesta de análisis de las pruebas no es el adecuado, dicho inconveniente muestra un potencial problema y un riesgo.

Si las pruebas tardan en llegar a los responsables de la distribución de agua potable y dicha muestra de agua se encuentra contaminada con bacterias, altos grados de minerales nocivos para el ser humano o alguna desviación de los parámetros establecidos por la legislación costarricense entonces las personas que hayan consumido dicha agua se habrán expuesto por un determinado lapso a agentes contaminantes poniendo en riesgo su salud o inclusive sus vidas. Si dicha información fuera manejada por herramientas informáticas que favorezcan la automatización de la trazabilidad entonces el tiempo de respuesta de los análisis podría disminuirse y de esa manera se podría aplacar el riesgo de contaminación.

Finalmente, las aplicaciones informáticas a desarrollar formarán una base productiva para el emprendimiento formal “EcoCtrl” del Ing. Alex Núñez Mena, emprendimiento que se encuentra bajo la cobertura de AUGE (Agencia Universitaria para la Gestión de Emprendimiento en la Universidad de Costa Rica), cuyo fin es la construcción de un centro de datos para el análisis de variables ambientales.

Es importante mencionar que se cuenta con el aval de ambas organizaciones.

1.4 Alcances

El sistema por desarrollar involucra únicamente tres procesos propios (muestreo, trazabilidad y análisis) del Laboratorio de Análisis de Aguas del Instituto de Investigaciones en Salud.

1.5 Limitaciones

El proyecto presenta las siguientes limitaciones:

- Las implementaciones de seguridad a emplear estarán limitadas por los costos y el tiempo de desarrollo.

- La implementación móvil estará circunscrita únicamente al sistema operativo Android.

1.6 Dependencias

La implementación del sistema propuesto depende del uso de la nube de Amazon Web Services, que será provista por el emprendimiento “Ecoctrl” tanto para el desarrollo como para la implementación.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Desarrollar mediante conceptos de técnicas de experiencia de usuario y servicios web, un sistema computacional que integre los procesos de muestreo, trazabilidad y análisis de ensayos implementado en el Laboratorio de Análisis de Aguas de la UCR y el emprendimiento “EcoCtrl”.

1.7.2 Objetivos específicos

1. Digitalizar el proceso de toma de muestras en campo, mediante el diseño e implementación de una aplicación móvil que permita el registro de las muestras obtenidas con sus respectivas características.
2. Proveer un registro automático de las muestreas en el proceso de muestreo y análisis, a través de una aplicación web que permita la trazabilidad de las mismas.
3. Integrar el proceso de análisis de ensayos con los procesos de trazabilidad y muestreo, mediante la aplicación web, registrando los resultados de los ensayos aplicados en laboratorio a las muestreas obtenidas en el campo.
4. Brindar disponibilidad de las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante mecanismos de comunicación y sincronización que aseguren su funcionamiento de manera independiente al internet.
5. Apoyar la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que generen automáticamente los informes de resultados de ensayos, las estadísticas de muestreadores y los reportes de muestreo a través de la aplicación web.

Capítulo II - Marco Teórico

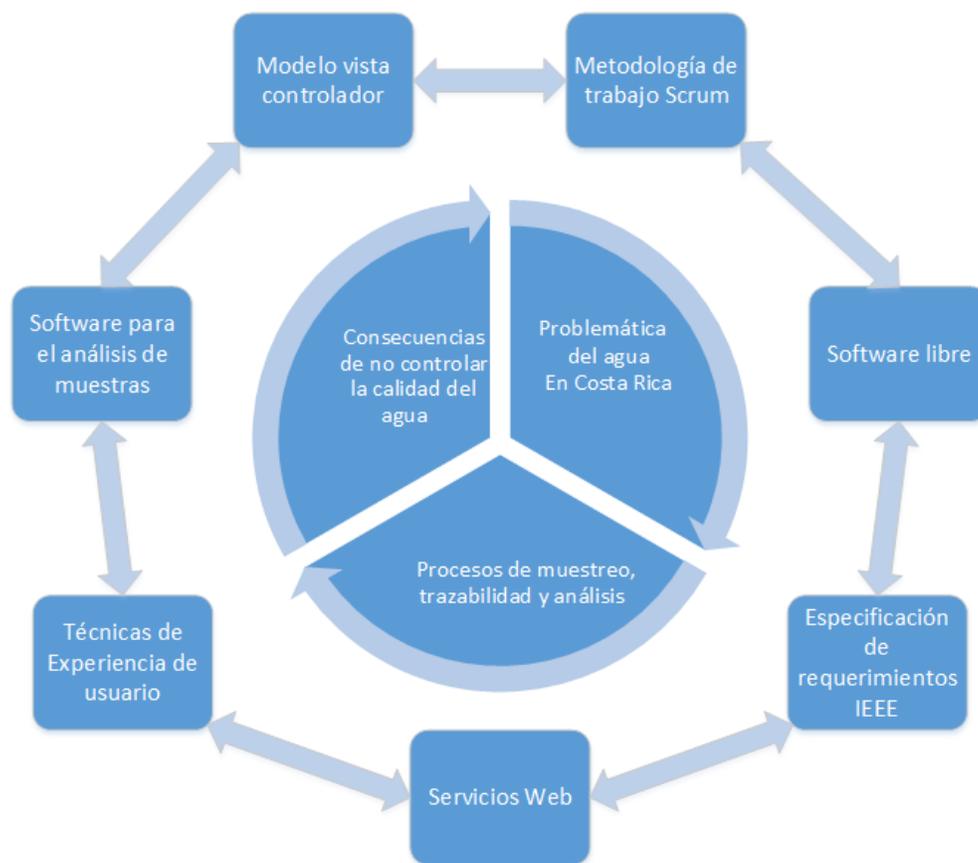


Ilustración 5 Eje Estructural Marco Teórico.

En el presente capítulo se detalla cada una de las componentes referenciales, técnicos y metodológicos que constituyen el marco teórico, como lo muestra la Ilustración 5.

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Agua Potable Salubre.

Es el agua cuyas características microbianas, químicas y físicas cumplen con las pautas de la OMS o los patrones nacionales sobre la calidad del agua potable (OMS, 2016).

2.1.2 Problemática del Agua en Costa Rica.

En Costa Rica se estima que el 75% de las fuentes de abastecimiento están calificadas como altamente vulnerables, en especial las fuentes superficiales o manantiales. El aporte de nitratos por fertilizantes, la salinización en acuíferos costeros y la evacuación de excretas por

tanques sépticos se reportan como las principales amenazas. Cerca del 80% de la población evacúa sus aguas domésticas a través de sistemas de tanques sépticos (Valverde, 2013).

Además de las principales amenazas a las fuentes hídricas de Costa Rica, Ricardo Valverde (2013) afirma que las aguas residuales domésticas se descargan en alcantarillados sanitarios o pluviales, o directamente a los cuerpos de agua superficiales. Solo un 37 % recibe tratamiento y el 63 % se descarga como aguas crudas a los ríos o quebradas. El Estado de la Nación, en su octavo informe del 2001 y en su decimocuarto informe del 2008, menciona cinco casos que evidencian la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano:

- Contaminación en la fuente Zamora, en Belén.
- Contaminación en planta potabilizadora en Ipís de Goicoechea.
- Crisis de abastecimiento pronosticada para el año 2015 en Guanacaste, por el incremento estimado en la extracción del agua en un 200 % para fines turísticos, con la consecuente salinización de los acuíferos costeros.
- Sobre extracción legal y clandestina de las aguas en los acuíferos Barva y Colima por encima de su capacidad de recarga.
- Frecuente y elevado uso de pesticidas sobre suelos altamente permeables en Poás de Alajuela, Cartago y Heredia, donde existen acuíferos poco profundos.

2.1.3 Consecuencias de no controlar la calidad del agua.

Los investigadores Virginia Montero, Federico Masís, Gustavo López, Alejandro Hernández, Karina Barboza, Jimena Orozco, Jorge Camacho, Fernando García (2011) lograron determinar que la cantidad y el tipo de *H. pylori*, bacteria que es considerada un problema de salud pública a nivel mundial, al que está sometido la población de las zonas estudiadas de alta incidencia de cáncer gástrico en Costa Rica es realmente alta, por las características geoquímicas del suelo, las condiciones climáticas que imperan en la zona y el manejo del agua por las municipalidades; debido a que se encontró un Coeficiente de Regresión Lineal

entre incidencia y temperatura de $R^2 = 0,728$. En la prueba exacta de Fisher para evaluar la independencia entre nivel de incidencia de cáncer gástrico se tiene un valor de $p < 0,05$, donde se concluye que existe relación entre las variables y que esta relación no se debe al azar con un 95% de confianza.

Asimismo, Ricardo Valverde (2013) nos indica que la salud de un porcentaje considerable de la población costarricense se ve amenazada por no contar con abastecimiento de agua de calidad potable. Debido a la ausencia de sistemas adecuados de saneamiento ambiental, AyA (2004) reportó las siguientes anomalías sanitarias:

- En el período 1999-2003, se presentaron 12 brotes de diarrea en diferentes regiones del país. Solo en 2002, se reportaron aproximadamente 138.410 casos, lo que representó un costo de atención estimado en US\$31.000.000 para la Caja Costarricense de Seguro Social.
- En 2003, se identificaron 18.210 casos de dengue como resultado de deficiencias en los sistemas de saneamiento

2.1.4 Instituto de Investigaciones en Salud.

2.1.4.1 Qué es el INISA.

El INISA se gestó por recomendación del CONICIT en el año 1974 en que se planteó la creación de un Instituto para investigar sobre la salud humana. El Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica creó el INISA el 23 de junio del 1975 y su primer Director fue el Dr. Leonardo Mata Jiménez (INISA, 2016).

El Instituto de Investigaciones en Salud (INISA) es una unidad académica multidisciplinaria dedicada a la investigación en el campo de la salud humana y de las ciencias relacionadas a este tema. Desarrolla su actividad por medio de Secciones y Programas, que a su vez están constituidas por proyectos de investigación (INISA, 2016).

El INISA está adscrito a las Facultades de Farmacia, Medicina, Microbiología y Odontología. (Art. 124 Estatuto Orgánico), además está vinculado a la Vicerrectoría de Investigación (Art. 123, 124, 125 Estatuto orgánico) (INISA, 2016).

2.2 Marco Técnico.

2.2.1 Software Libre.

Es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. El software libre es una cuestión de libertad, no de precio (GNU, 2016).

Un programa es software libre si los usuarios tienen las cuatro libertades esenciales (GNU, 2016):

- Libertar 0: La libertad de ejecutar el programa como se desea, con cualquier propósito.
- Libertar 1: La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- Libertar 2: La libertad de redistribuir copias para ayudar a su prójimo.
- Libertar 3: La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros. Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

Con estas libertades, los usuarios, tanto individualmente como en forma colectiva, controlan el programa y lo que este hace. Cuando los usuarios no controlan el programa, se dice que dicho programa “no es libre” o que es “privativo” (GNU, 2016).

Existen instituciones académicas que promueven el uso del software libre, y han comenzado una migración completa de sus plataformas informáticas como la Universidad de Costa Rica que a partir de la declaración del Consejo Universitario en el 2011, sobre el interés institucional del uso y promoción del software libre en la institución, el Centro de Informática (CI), en conjunto con la Comunidad de Software Libre, ha trabajado en la inserción de herramientas de código abierto en diferentes plataformas como servidores institucionales, ofimática (aplicaciones para el trabajo de oficina) sistemas para páginas Web y sistemas informáticos institucionales (Gutiérrez, 2016).

2.2.2 Experiencia de Usuario.

2.2.2.1 *Qué es la Experiencia de Usuario.*

Es una disciplina enfocada en el diseño de principio a fin de la experiencia de un determinado producto. Diseñar una experiencia significa planificar y actuar con base en un grupo de acciones, las cuales deberían de resultar en un cambio planificado de comportamiento en un grupo objetivo (Treder, 2016).

Cuando se enfoca en aplicaciones web el término de experiencia de usuario o usabilidad se define según Hassan (2002), “como la disciplina que estudia la forma de diseñar sitios web para que los usuarios puedan interactuar con ellos de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible”.

“El diseño de sitios web orientado a la satisfacción del usuario contempla varios factores claves de diseño: accesibilidad, funcionalidad, “*findability*”, utilidad, estética y credibilidad” (Hassan, 2006). (p. 244).

2.2.2.2 *Accesibilidad.*

“Es un atributo de calidad que se refiere a la posibilidad de que el sitio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del usuario o de las derivadas del contexto de uso” (Hassan, 2006). La accesibilidad es la posibilidad que tienen todos o la mayor parte de los usuarios de acceder y utilizar un sitio o aplicación web. (p. 245).

2.2.2.3 *Funcionalidad.*

“Es al correcto funcionamiento técnico del sitio web. Al margen de que un sitio sea accesible y fácil de usar, si no lleva a cabo su función sin errores no resultará de valor alguno para el usuario” (Hassan, 2006). También se dice que “es la capacidad técnica de la aplicación para soportar las tareas que el usuario desea realizar” (Dillon & Morris, 1999). (p. 245).

2.2.2.4 *Utilidad.*

Es la medida en la que el sitio web sirve al usuario, es decir, es el provecho, beneficio e interés que le produce y que podemos definir como una relación de actitud afectiva con el

sitio web. “Hay que aclarar que este factor se refiere a la utilidad subjetiva o percibida, no a la objetiva o técnica” (Hassan, 2002). (p. 1).

2.2.2.5 Findability.

“Es la medida de la capacidad del usuario para encontrar la información buscada en un tiempo razonable. Es un factor que se refiere a la posibilidad de encontrar o recuperar fácilmente la información necesitada, resultado de una correcta arquitectura de información – estructuración, descripción y clasificación de contenidos” (Morville & Rosenfeld, 2002). (p. 246).

2.2.2.6 Estética.

“Es la cualidad que se refiere a una apariencia bella, placentera y atractiva. Un diseño estético es aquel que resulta agradable, ya sea para los sentidos, para la imaginación, o para nuestro entendimiento” (Lavie & Tractinsky, 2004). (p. 269).

2.2.2.7 Credibilidad.

La facilidad de uso percibida es uno de los factores que con más peso incrementa la credibilidad percibida. “Un sitio web usable será percibido, consecuentemente, como más fiable y profesional. Además, si analizamos los sitios web desde una orientación comunicativa y no sólo instrumental, la usabilidad percibida se torna en confianza del usuario hacia el sitio web” (Ågerfalk & Eriksson, 2003). (p. 249).

2.2.3 Aplicación Web.

“Es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones” (Luján, 2002). (p. 48).

2.2.4 Aplicación Móvil.

“Se denomina aplicación móvil o app a toda aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Por lo general se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías

propietarias de los sistemas operativos móviles como Android, iOS, BlackBerry OS y Windows Phone” (Santiago, Trinaldo, Kamijo & Fernández, 2015).

2.2.5 Servicios Web.

2.2.5.1 Qué es un web service.

“Los servicios web son sistemas de software que permiten el intercambio de datos y funcionalidad entre aplicaciones sobre una red. Esta soportado en diferentes estándares que garantizan la interoperabilidad de los servicios”. (Morales, 2008). (p. 1).

2.2.5.2 Arquitectura SOAP.

SOAP (Protocolo Simple de Acceso a Objetos). Se trata de un protocolo basado en XML, que permite la interacción entre varios dispositivos y que tiene la capacidad de transmitir información compleja. Los datos pueden ser transmitidos a través de HTTP, SMTP (W3C, 2017).

2.2.6 Servidor de aplicaciones.

2.2.6.1 Qué es un servidor de aplicaciones.

Es un servidor en una red de computadores que ejecuta ciertas aplicaciones. “Usualmente se trata de un dispositivo de software que proporciona servicios de aplicación a las computadoras cliente. Un servidor de aplicaciones generalmente gestiona la mayor parte de las funciones de lógica de negocio y de acceso a los datos de la aplicación” (Oracle, 2016).

2.2.6.2 Payara Server.

Payara server es un servidor de aplicaciones de código abierto totalmente compatible y fácil de usar. La arquitectura de Payara Server es innovadora, nativa de la nube y optimizada para implementaciones de producción. “El servidor de aplicaciones, compatible con Eclipse MicroProfile, está creado y respaldado por un equipo de ingenieros de DevOps dedicado al desarrollo y mantenimiento continuo del software de código abierto y comprometido con la optimización del servidor Payara como la mejor opción para la producción de aplicaciones Java EE”. (Payara, 2016).

2.2.7 Bases de Datos.

2.2.7.1 *Qué son las bases de datos.*

“Una base de datos es una colección de datos que contiene información relevante para un organización o empresa” (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002), los datos se pueden consultar, modificar, eliminar e insertar, guardando la integridad de los mismos.

Las bases de datos se componen de tablas, dichas tablas se componen de filas y columnas, donde las columnas representan los atributos, y las filas el conjunto de atributos relacionados entre sí, ejemplo, las columnas pueden ser la información de una persona: nombre, apellidos, dirección y teléfono, y la fila los datos correspondientes a una persona en particular.

Las bases de datos son administradas por un software denominado sistemas gestores de bases de datos (SGBD).

2.2.7.2 *Sistemas gestores de bases de datos (SGBD).*

Los sistemas gestores de bases de datos son sistemas informáticos especializados en gestionar grandes cantidades de información, proporcionar fiabilidad de la información almacenada, proveer mecanismos para la manipulación de la información, y definir estructuras para almacenar los datos (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002).

Ejemplos de sistemas gestores de bases de datos relacionales: Oracle, SQL Server, MySQL y Sqlite.

2.2.7.3 *MySQL.*

“Es la base de datos de código abierto más popular del mundo. Con su probado rendimiento, fiabilidad y facilidad de uso, MySQL se ha convertido en la opción principal base de datos para las aplicaciones basadas en la Web, que se utiliza por sus propiedades web de alto perfil, incluyendo Facebook, Twitter, YouTube y Yahoo” (MySQL, 2016).

2.2.7.4 *Sqlite.*

SQLite es un motor de base de datos SQL transaccional autónomo, sin necesidad de servidor ni configuración. El código para SQLite es de dominio público y por lo tanto es libre para el

uso para cualquier propósito, comercial o privado. SQLite es la base de datos de mayor despliegue en el mundo (Sqlite, 2016).

2.2.7.5 Arquitectura de un sistema de bases de datos.

La arquitectura de un sistema de bases de datos está influenciada por el sistema informático en el que se ejecuta, en particular por aspectos como la conexión en red, el paralelismo y la distribución (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002).

“La distribución de datos a través de las distintas sedes o departamentos de una organización permite que estos datos residen donde han sido generados o donde son más necesarios, pero continúan siendo accesibles desde otros lugares o departamentos diferentes”. (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002). (p.445).

“Se han desarrollado los sistemas distribuidos de bases de datos para manejar datos distribuidos geográfica o administrativamente a lo largo de múltiples sistemas de bases de datos”. (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002). (p.445).

2.2.7.6 Sistemas distribuidos de bases de datos.

“En los sistemas distribuidos de bases de datos la información se almacena en varias computadoras, no se comparte memoria ni discos, las computadoras de un sistema distribuido pueden variar en tamaño y función. A estas ubicaciones de los datos se le conocen como sitios” (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002). (p.445).

Las bases de datos distribuidas se caracterizan según (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002), por “Estar distribuidas en varios lugares geográficos distintos, se administran de forma separa y poseen una conexión más lenta”.

Se dan dos tipos de transacciones: locales y globales, las locales son aquellas transacciones que acceden a los datos del único sitio en el cual se inició la transacción y las globales son aquellas transacciones que acceden a los datos situados en sitios diferentes de donde se originó la transacción o acceden a datos de distintos sitios.

2.2.7.7 *Motivos para construir un sistema distribuido.*

Para construir un sistema distribuido de bases de datos se debe considerar el compartimiento de los datos, la autonomía y la disponibilidad (Silberschatz, Korth & Sudarshan, 2002).

- **Compartimiento de los datos:** Se refiere a poder disponer de un entorno donde los usuarios pueden acceder desde una única ubicación a los datos que residen en otras ubicaciones.
- **Autonomía:** La principal ventaja de compartir datos por medio de distribución de datos es que cada ubicación es capaz de mantener un grado de control sobre los datos que se almacenan localmente, es decir, se posee una autonomía local sobre los datos.
- **Disponibilidad:** Si un sitio de un sistema distribuido falla, los sitios restantes pueden seguir trabajando, de este modo el fallo de un sitio no se propaga y por ende no implica la caída del sistema.

2.2.8 **Computación en la nube.**

2.2.8.1 *Qué es la computación en la nube.*

“Consiste en los servicios ofrecidos a través de la red, tales como: correo electrónico, almacenamiento, aplicaciones, entre otras, los cuales son normalmente accesibles mediante un navegador web. Al utilizar estos servicios, la información utilizada y almacenada, así como la mayoría de las aplicaciones requeridas, son procesados y ejecutados por un servidor en Internet” (Hernández & Smith, 2014).

2.2.8.2 *Software as a service (SaaS).*

El Software de nube como servicio, o *software as a service* (SaaS, por sus siglas en inglés), “es la capacidad proporcionada al consumidor, consiste en utilizar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura de nube” (Hernández & Smith, 2014).

Puede accederse a las aplicaciones desde varios dispositivos del cliente a través de una interfaz de cliente ligero como un navegador de Internet. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de nube subyacente que incluye la red, servidores, sistemas operativos, almacenamiento o incluso capacidades de

aplicaciones individuales, con la posible excepción de unos parámetros de configuración de la aplicación específicos del usuario limitados (Hernández & Smith, 2014).

2.2.8.3 Infrastructure as a service (IaaS).

La infraestructura de nube como servicio, o *Infrastructure as a Service* (IaaS, por sus siglas en inglés), es:

La capacidad suministrada al consumidor para abastecerse de procesamiento, almacenamiento, redes y otros recursos computacionales fundamentales de forma que el consumidor pueda desplegar y ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de nube subyacente pero tiene control sobre los sistemas operativos, almacenamiento, aplicaciones desplegadas y la posibilidad de tener un control limitado de componentes de red seleccionados (Hernández & Smith, 2014).

2.2.8.4 Amazon Web Services.

Es una plataforma de servicios de nube que ofrece potencia de cómputo, almacenamiento de bases de datos, entrega de contenido y otras funcionalidades para ayudar a las empresas a escalar y crecer. “Los nuevos servicios se aprovisionan rápidamente y sin gastos adelantados, para que empresas, startups, pequeñas y medianas empresas y clientes en el sector público tengan acceso a los elementos básicos que necesitan para responder con rapidez a los variables requisitos empresariales” (Amazon Web Services, 2016).

2.2.9 Entornos de Desarrollo Integrado (IDE)

2.2.9.1 Qué es un IDE.

Es una aplicación visual que sirve para la construcción, a su vez, de aplicaciones a partir de componentes. Por lo general todas ellas cuentan con los siguientes elementos: una o más paletas para mostrar como iconos los componentes disponibles, un lienzo o contenedor en el cual se colocan los componentes y se interconectan entre sí, editores específicos para

configurar y especializar los componentes, visores (“browsers”) para localizar componentes de acuerdo a ciertos criterios de búsqueda, directorios de componentes, acceso a editores, intérpretes, compiladores y depuradores para desarrollar nuevos componentes y finalmente, acceso a algunas herramientas de control y gestión de proyectos, esenciales para grandes proyectos software (Fuentes, Troya & Vallecillo, 2016).

Ejemplos de entornos de desarrollo integrado: NetBeans y Android Studio.

2.2.9.2 Android Studio.

Es el entorno de desarrollo integrado (IDE) oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android y se basa en IntelliJ IDEA. Además del potente editor de códigos y las herramientas para desarrolladores de IntelliJ, Android Studio ofrece aún más funciones que aumentan tu productividad durante la compilación de apps para Android (Android Studio, 2016), como las siguientes:

- Sistema de compilación flexible basado en Gradle.
- Un emulador rápido con varias funciones.
- Un entorno unificado en el que puedes realizar desarrollos para todos los dispositivos Android.
- Instant Run, para aplicar cambios mientras tu app se ejecuta sin la necesidad de compilar un nuevo APK.
- Integración de plantillas de código y GitHub, para ayudarte a compilar funciones comunes de las apps e importar ejemplos de código.
- Gran cantidad de herramientas y frameworks de prueba.
- Compatibilidad con C++ y NDK.

2.2.9.3 Netbeans.

“Es un entorno de desarrollo, una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrito en Java, pero puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. Existe además un número importante de módulos para extender el NetBeans IDE. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso” (NetBeans, 2017).

2.2.10 Lenguajes de Programación.

2.2.10.1 *Qué es un lenguaje de programación.*

Es un lenguaje formal diseñado para realizar procesos que pueden ser llevados a cabo por máquinas como las computadoras. Pueden usarse para crear programas que controlen el comportamiento físico y lógico de una máquina, para expresar algoritmos con precisión, o como modo de comunicación humana. Está formado por un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones (Lutz, 2010).

2.2.10.2 *Java.*

Es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente sin necesidad de utilizar alguna biblioteca, orientado a objetos, que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere") (Belmote, 2005).

2.2.10.3 *HTML.*

Es el lenguaje para describir la estructura de las páginas web. HTML da a los autores los medios para: publicar documentos en línea con encabezados, texto, tablas, listas, fotos, etc. Recuperar información en línea a través de enlaces de hipertexto, con solo presionar un botón. Diseñar formularios para realizar transacciones con servicios remotos, para usar en la búsqueda de información, realizar reservas, solicitar productos, etc. Incluir hojas de cálculo, videoclips, clips de sonido y otras aplicaciones directamente en sus documentos. Los autores describen la estructura de las páginas usando el marcado (W3C, 2017).

2.2.10.4 *CSS.*

“Es el lenguaje para describir la presentación de páginas web, los colores, el diseño y las fuentes. Permite adaptar la presentación a diferentes tipos de dispositivos, como pantallas grandes, pantallas pequeñas o impresoras. CSS es independiente de HTML y se puede usar con cualquier lenguaje de marcado basado en XML” (W3C, 2017).

2.2.10.5 JavaScript.

“JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente (client-side), implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas” (ECMA, 2016).

2.2.11 Criptografía.

2.2.11.1 Qué es la encriptación.

“Es la ciencia que estudia la transformación de un determinado mensaje en un código de forma tal que a partir de dicho código solo algunas personas sean capaces de recuperar el mensaje original. En general se utiliza para ello una palabra clave o password con la cual se cifra el mensaje, el código resultante solamente puede ser descifrado por aquellos que conozcan el password”. (Cheje & Wismark, 2009).

2.2.11.2 Algoritmo AES.

Su algoritmo consiste en una estructura de "capas" formadas por funciones polinómicas reversibles (tienen inversa) y no lineales. Es fácil imaginar que el proceso de descifrado consiste en aplicar las funciones inversas a las aplicadas para cifrar, en el orden contrario. Las implementaciones actuales pueden utilizar bloques de 128, 192 y 256 bits de longitud combinadas con claves de 128, 192 y 256 bits para su cifrado; aunque tanto los bloques como las claves pueden extenderse en múltiplo de 32 bits (SEGU-INFO, 2018).

2.2.11.3 Algoritmos Hash.

“Una función criptográfica hash (usualmente conocida como “hash”) es un algoritmo matemático que transforma cualquier bloque arbitrario de datos en una nueva serie de caracteres con una longitud fija. Independientemente de la longitud de los datos de entrada, el valor hash de salida tendrá siempre la misma longitud” (Kaspersky, 2014). Ejemplos de algoritmos tipo has: MD5, SHA-1, y SHA-512.

2.2.12 Metodologías ágiles de desarrollo.

2.2.12.1 *Qué son las metodologías ágiles de desarrollo.*

En febrero de 2001, tras una reunión celebrada en Utah-EEUU, nace el término “ágil” (originalmente “scrum” en inglés) aplicado al desarrollo de software. En esta reunión participan un grupo de 17 expertos de la industria detrás en esta reunión se creó The Agile Alliance, una organización, sin ánimo de lucro, dedicada a promover los conceptos relacionados con el desarrollo ágil de software y ayudar a las organizaciones para que adopten dichos conceptos. El punto de partida fue el “Manifiesto Ágil”, un documento que resume la filosofía “ágil” del software, incluyendo algunos de los creadores o impulsores de metodologías de software (Canós, Letelier & Penadés, 2003).

2.2.12.2 *Manifiesto Ágil.*

El manifiesto ágil consta de cuatro valores fundamentales y doce principios que hacen que una metodología ágil se diferencie de una metodología tradicional (Agile Alliance, 2016). El manifiesto valora:

1. Al individuo y las interacciones del equipo de desarrollo sobre el proceso y las herramientas.
2. Desarrollar software que funcionen más que conseguir una buena documentación.
3. La colaboración con el cliente más que la negociación de un contrato.
4. Responder a los cambios más que seguir estrictamente un plan.

Los doce principios inspirados en los cuatro valores, son:

1. La prioridad es satisfacer al cliente mediante tempranas y continuas entregas de software que le aporte un valor.
2. Dar la bienvenida a los cambios. Se capturan los cambios para que el cliente tenga una ventaja competitiva.
3. Entregar frecuentemente software que funcionen desde un par de semanas a un par de meses, con el menor intervalo de tiempo posible entre entregas.

4. La gente del negocio y los desarrolladores deben trabajar juntos a lo largo del proyecto.
5. Construir el proyecto en torno a individuos motivados. Darles el entorno y el apoyo que necesitan y confiar en ellos para conseguir finalizar el trabajo.
6. El diálogo cara a cara es el método más eficiente y efectivo para comunicar información dentro de un equipo de desarrollo.
7. El software que funciona es la medida principal de progreso.
8. Los procesos ágiles promueven un desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios deberían ser capaces de mantener una paz constante.
9. La atención continua a la calidad técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
10. La simplicidad es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños surgen de los equipos organizados por sí mismos.
12. En intervalos regulares, el equipo reflexiona respecto a cómo llegar a ser más efectivo, y según esto ajusta su comportamiento.

Una metodología ágil de desarrollo de software es aquella metodología que se fundamenta en el Manifiesto Ágil, sin embargo, cada metodología tiene características propias y hace hincapié en algunos aspectos más específicos (Canós, Letelier & Penadés, 2003), ejemplos de metodologías ágiles: Crystal Methodologies, Dynamic Systems Development Method (DSDM), Adaptive Software Development (ASD) y SCRUM.

2.2.12.3 Metodología Scrum.

Es un modelo de referencia que define un conjunto de prácticas y roles, y que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto.

Los roles principales en Scrum son el Scrum Master que procura facilitar la aplicación de scrum y gestionar cambios, el Product Owner que representa a los stakeholders, tanto, externos como internos y el Team que es el equipo que ejecuta el desarrollo y demás elementos relacionados con él.

Scrum utiliza ciclos de desarrollo llamados sprint, que puede ser un periodo entre una y cuatro semanas, según lo defina la magnitud el equipo y debe ser lo más corta posible, el equipo crea un incremento de software, o prototipo, potencialmente entregable. Estos incrementos de software, requerimientos u objetivos son definimos por el Product Backlog, que es el conjunto de requisitos de alto nivel priorizados que definen el trabajo a realizar (Sutherland, 2015).

Los elementos del Product Backlog que se determinan o se seleccionan para cada spring durante la reunión de planeamiento o Spring Planning, durante la reunión el Product Owner identifica los elementos a incluirse en el Product Backlog que quiere ver completados y los hace de conocimiento del equipo, el Team junto al Product Owner eligen la cantidad de trabajo óptima para el spring, una vez elegidos los elementos del Product Backlog no pueden ser modificados (Sutherland, 2015).

Debido a que no se cuenta con el tiempo y los recursos humanos necesarios para implementar la metodología de scrum por completo el autor decide modificar el modelo, basado en los aspectos siguientes:

- El Product Backlog estará ligado a los requerimientos que cada producto involucra, marcando así la prioridad de desarrollo, dichos requerimientos serán obtenidos mediante un método adaptado del estándar IEE 830-1998.
- No se aplicará la figura de Scrum Master, sino que será una relación entre el Product Owner: Ing, Alex Núñez Mena, y el desarrollador Ing. Josías Chaves Murillo y el desarrollo será supervisado por el tutor, se hace la salvedad que el tutor no puede asumir el rol de Scrum Master por disponibilidades de tiempo.

Además, las pruebas técnicas y las pruebas de usuario (si cabe) se realizarán paralelamente a los spring de desarrollo.

2.2.13 Especificación de requerimientos IEEE 830-1998.

El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), en inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers, es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas fundada en 1963 (IEEE, 2016).

Su trabajo es promover la creatividad, el desarrollo y la integración, así como compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales (Borja & Cuji, 2013).

Algunos de sus estándares son: VHDL, POSIX, IEEE 1394, IEEE 488, IEEE 802 y el IEEE 830. El estándar IEEE 830-1998 se enfoca en una adecuada especificación de requerimientos para el desarrollo de Software (IEEE, 2016).

2.2.13.1 Partes del Estándar 830-1998:

Introducción. En esta sección se proporcionará una introducción a todo el documento de especificación de Requerimientos Software (ERS) IEEE 830-1998. Consta de varias subsecciones: propósito, ámbito del sistema, definiciones, referencias y visión general del documento (IEEE, 2010), las cuales se detallan a continuación:

- **Propósito.** En esta subsección se definirá el propósito del documento ERS y se especificará a quién va dirigido el documento.
- **Ámbito del Sistema.** Se podrá dar un nombre al futuro sistema (p.ej. Mi Sistema). Se explicará lo que el sistema hará y lo que no hará. Se describirán los beneficios, objetivos y metas que se espera alcanzar con el futuro sistema. Se referenciarán todos aquellos documentos de nivel superior.
- **Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas.** En esta subsección se definirán todos los términos, acrónimos y abreviaturas utilizadas en la ERS.
- **Referencias.** En esta subsección se mostrará una lista completa de todos los documentos referenciados en la ERS.
- **Visión General del Documento.** Esta subsección describe brevemente los contenidos y la Descripción General. En esta sección se describen todos aquellos factores que afectan al producto y a sus requerimientos. No se describen los requerimientos, sino su contexto.

Esto permitirá definir con detalle los requerimientos en la sección 3, haciendo que sean más fáciles de entender. Normalmente, esta sección consta de las siguientes subsecciones: Perspectiva del producto, funciones del producto, características de los usuarios, restricciones, factores que se asumen y futuros requerimientos.

- **Perspectiva del Producto.** Esta subsección debe relacionar el futuro sistema (producto software) con otros productos. Si el producto es totalmente independiente de otros productos, también debe especificarse aquí. Si la ERS define un producto que es parte de un sistema mayor, esta subsección relacionará los requerimientos del sistema mayor con la funcionalidad del producto descrito en la ERS, y se identificarán las interfaces entre el producto mayor y el producto aquí descrito. Se recomienda utilizar diagramas de bloques.
- **Funciones del Producto.** En esta subsección de la ERS se mostrará un resumen, a grandes rasgos, de las funciones del futuro sistema. Por ejemplo, en una ERS para un programa de contabilidad, esta subsección mostrará que el sistema soportará el mantenimiento de cuentas, mostrará el estado de las cuentas y facilitará la facturación, sin mencionar el enorme detalle que cada una de estas funciones requiere. Las funciones deberán mostrarse de forma organizada, y pueden utilizarse gráficos, siempre y cuando dichos gráficos reflejen las relaciones entre funciones y no el diseño del sistema.
- **Características de los Usuarios.** Esta subsección describirá las características generales de los usuarios del producto, incluyendo nivel educacional, experiencia y experiencia técnica.
- **Restricciones.** Esta subsección describirá aquellas limitaciones que se imponen sobre los desarrolladores del producto: Políticas de la empresa, limitaciones del hardware, interfaces con otras aplicaciones, operaciones paralelas, funciones de auditoría, funciones de control, lenguaje de programación, protocolos de comunicación, requerimientos de habilidad, criticidad de la aplicación, consideraciones acerca de la seguridad.
- **Suposiciones y Dependencias.** Esta subsección de la ERS describirá aquellos factores que, si cambian, pueden afectar a los requerimientos. Por ejemplo, los requerimientos pueden presuponer una cierta organización de ciertas unidades de la empresa, o pueden presuponer que el sistema correrá sobre cierto sistema operativo. Si cambian dichos

detalles en la organización de la empresa, o si cambian ciertos detalles técnicos, como el sistema operativo, puede ser necesario revisar y cambiar los requerimientos.

- **Requerimientos Futuros.** Esta subsección esbozará futuras mejoras al sistema, que podrán analizarse e implementarse en un futuro.
- **Requerimientos Específicos.** Esta sección contiene los requerimientos a un nivel de detalle suficiente como para permitir a los diseñadores diseñar un sistema que satisfaga estos requerimientos, y que permita al equipo de pruebas planificar y realizar las pruebas que demuestren si el sistema satisface, o no, los requerimientos. Todo requisito aquí especificado describirá comportamientos externos del sistema, perceptibles por parte de los usuarios, operadores y otros sistemas. Esta es la sección más larga e importante de la ERS. Deberán aplicarse los siguientes principios:
 - El documento deberá ser perfectamente legible por distintas personas.
 - Deberán referenciarse aquellos documentos relevantes que poseen alguna influencia sobre los requerimientos.
 - Todo requisito deberá ser unívocamente identificable mediante algún código o sistema de numeración adecuado
 - Lo ideal, aunque en la práctica no siempre es realizable, es que los requerimientos posean las siguientes características: No ambiguos, completos, consistentes, clasificados, verificables, modificables, trazables.
- **Interfaces Externas.** Se describirán los requerimientos que afecten a la interfaz de usuario, interfaz con otros sistemas (hardware y software) e interfaces de comunicaciones.
- **Funciones.** Esta subsección (quizá la más larga del documento) deberá especificar todas aquellas acciones (funciones) que deberá llevar a cabo el software. Normalmente (aunque no siempre), son aquellas acciones expresables como el sistema deberá...”. Si se considera necesario, podrán utilizarse notaciones gráficas y tablas, pero siempre supeditadas al lenguaje natural, y no al revés.
- **Requerimientos de Rendimiento.** Se detallarán los requerimientos relacionados con la carga que se espera tenga que soportar el sistema. Por ejemplo, el número de terminales, el número esperado de usuarios simultáneamente conectados, número de transacciones por segundo que deberá soportar el sistema, etc. También, si es necesario, se especificarán

los requerimientos de datos, es decir, aquellos requerimientos que afecten a la información que se guardará en la base de datos. Por ejemplo, la frecuencia de uso, las capacidades de acceso y la cantidad de registros que se espera almacenar (decenas, cientos, miles o millones).

- **Restricciones de Diseño.** Todo aquello que restrinja las decisiones relativas al diseño de la aplicación: Restricciones de otros estándares, limitaciones del hardware, formaciones e intereses a organización del resto de la ERS.
- **Atributos del Sistema.** Se detallarán los atributos de calidad del sistema: Fiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, y, muy importante, la seguridad. Deberá especificarse qué tipos de usuario estarán autorizados, o no, a realizar ciertas tareas, y cómo se implementarán los mecanismos de seguridad (por ejemplo, por medio de un login y un password).
- **Apéndice.** Puede contener todo tipo de información relevante para la ERS pero que, propiamente, no forme parte de la ERS.

Sin embargo, considerando el valor del Manifiesto Ágil que indica: desarrollar software que funciona más que conseguir una buena documentación, el autor decide considerar únicamente las siguientes partes del estándar IEEE 830-1998:

Descripción general del sistema: perspectiva del producto, Supuestos y dependencias.

- Requerimientos funcionales.
- Requerimientos no funcionales.
- Requerimientos comunes de interfaces.
- Restricciones o limitaciones.
- Evolución previsible del sistema.

Dicha especificación de requerimientos adaptada funcionará como la lista de requisitos del Product Backlog.

Otros autores también han modificado el modelo Borja, C. y Cuji, V. (2013).

2.2.14 Patrón Modelo Vista Controlador (MVC).

“El patrón MVC es un paradigma que divide las partes que conforman una aplicación en el Modelo, las Vistas y los Controladores, permitiendo la implementación por separado de cada elemento, garantizando así la actualización y mantenimiento del software de forma sencilla y en un reducido espacio de tiempo” (Fernández & Díaz, 2012).

2.2.14.1 Componentes del patrón.

El Modelo es el objeto que representa los datos del programa. Maneja los datos y controla todas sus transformaciones. El Modelo no tiene conocimiento específico de los Controladores o de las Vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el Modelo y sus Vistas, y notificar a las Vistas cuando cambia el Modelo.

La Vista es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo. Genera una representación visual del Modelo y muestra los datos al usuario. Interactúa preferentemente con el Controlador, pero es posible que trate directamente con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo.

El Controlador es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo, centra toda la interacción entre la Vista y el Modelo. Cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del Modelo o por alteraciones de la Vista. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo (Fernández & Díaz, 2012).

2.3 Marco Metodológico.

En el capítulo III “Procedimiento Metodológico”, se detallan los siguientes apartados:

- i. Estudio de factibilidad
- ii. Levantamiento de requerimientos
- iii. Diseño de experiencia de usuario
- iv. Modelaje de datos
- v. Desarrollo

- vi. Especificación de pruebas
- vii. Documentación
- viii. Deployment

Capítulo III – Procedimiento Metodológico



Ilustración 6 Eje Estructural Procedimiento metodológico.

3.1 Procedimiento Metodológico

En el presente capítulo se detalla cada una de las etapas mencionadas en el marco teórico del capítulo anterior, así como cada uno de sus entregables y documentos pertenecientes a las etapas de estudio de factibilidad, levantamiento de requerimientos, diseño de experiencia de usuario, modelaje de datos, desarrollo, especificación de pruebas, documentación y deployment. Ver Ilustración 6.

3.2 Estudio de Factibilidad

3.2.1 Factibilidad Técnica

Para determinar la viabilidad técnica del proyecto se contempló los aspectos relacionados con la especificación de Hardware y Software, Status de las conexiones de red, Mapas de cobertura de Redes Telefónicas y Herramientas de Desarrollo.

3.2.1.1 Especificación de Hardware y Software

Con respecto a la especificación de Hardware y Software, el laboratorio de Análisis de Aguas cuenta con equipos de cómputo, los cuales se detallan en la tabla 1.

Especificación de Hardware y Software del Laboratorio de Análisis de Aguas.				
Procesador	RAM (GB)	Almacenamiento (GB)	Sistema Operativo.	Otros Software.
Pentium IV.	2 GB.	80 GB.	Windows 7, 32 bits.	Libre Office. Microsoft Office 2007. Dropbox.
Core Duo.	3 GB.	120 GB.	Windows 7, 32 bits.	Libre Office. Microsoft Office 2007. Dropbox.
Pentium IV.	2 GB.	160 GB.	Win XP.	Libre Office. Microsoft Office 2007. Dropbox.
Core i7.	16 GB.	1024 GB.	Bio Linux.	Libre Office. Dropbox.
Core i3.	4 GB.	316 GB.	Win 10, 32 bits.	Libre Office. Microsoft Office 2007. Dropbox.

Tabla 1 Tabla Especificación de Hardware y Software.

3.2.1.2 Status de las Conexiones de Red

Todo el equipo descrito en la sección de Especificación de Hardware y Software se encuentra conectado en red con un IP fijo, los puertos se encuentran bloqueados, no existe una sub red para el laboratorio de Análisis de Aguas.

Las máquinas con sistemas operativos Windows utilizan WorkGroup como complemento de red. En cuanto a uso de puertos, sólo se permite utilizar el 80 y el 8080, ya que el uso de cualquier otro puerto debe ser solicitado al Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica. Por último, el laboratorio de Análisis de Agua cuenta con acceso a internet.

3.2.1.3 Mapas de Cobertura de Redes Telefónicas

El sistema incluye una aplicación móvil que necesitará de cobertura de redes telefónicas, por lo que se consideran los mapas de cobertura del Kolbi, Claro y Movistar como los principales proveedores de servicios de Costa Rica. Los mapas que se presentan a continuación puede ser consultados en línea en los respectivos sitios web de los proveedores.

Mapa de Cobertura de Movistar

Tabla de Niveles de Cobertura

Tipo de cobertura	Nivel de señal (dBm) medido en exteriores	Color de escala
Cobertura dentro de edificaciones (interiores)	≥ -75	Excelente
Cobertura dentro de vehículos automotores	$-75 > \text{nivel de señal} \geq -85$	Muy buena
Sólo en exteriores	$-85 > \text{nivel de señal} \geq -95$	Buena
Fuera del área de cobertura	≤ -95	Regular

Ilustración 7 Niveles de Cobertura Movistar.

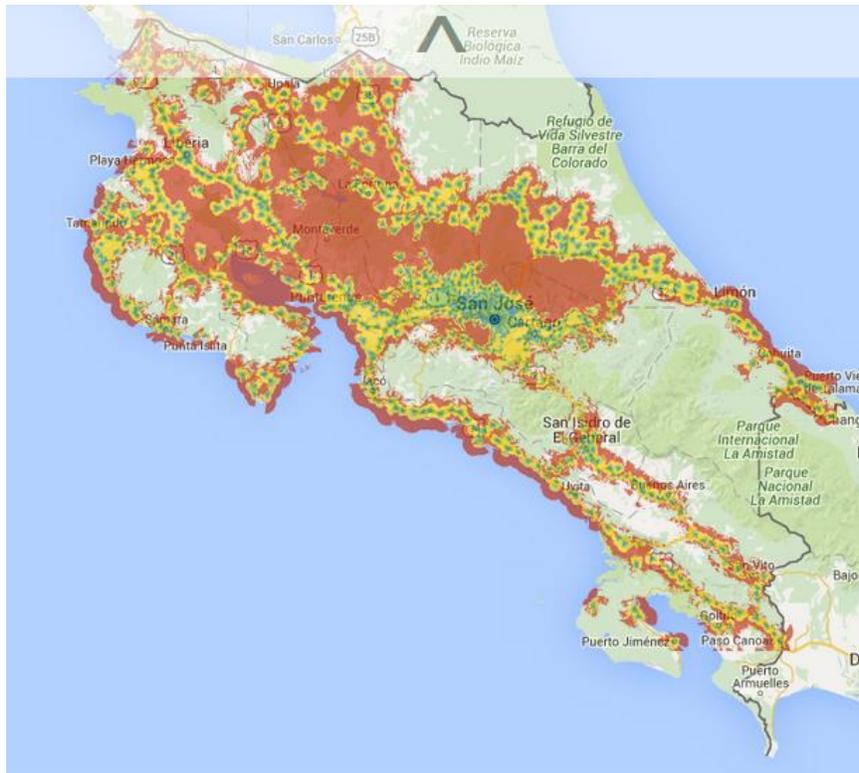


Ilustración 8 Mapa de Cobertura Movistar.

Mapa de Cobertura de Claro



Ilustración 9 Nomenclatura SUTEL.

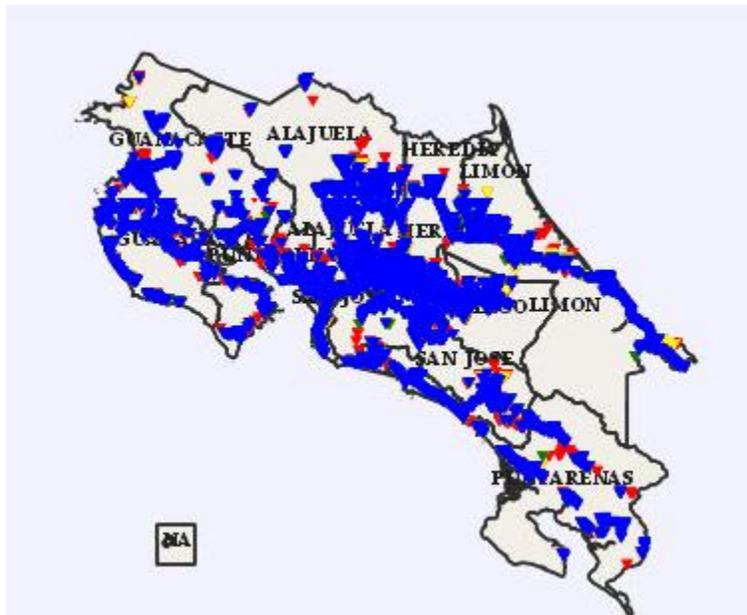


Ilustración 10 Mapa de Cobertura Claro según la SUTEL.

Mapa de Cobertura de Kolbi

Tipo de Cobertura	Nivel de señal (dBm) medido en exteriores	Color de Escala
Cobertura dentro de edificaciones (Interiores)	≥ -75	Excelente
Cobertura dentro de vehículos	$-75 > \text{Nivel de señal} > -85$	Muy buena
Sólo en exteriores	$-85 > \text{Nivel de señal} > -95$	Buena
No se garantiza cobertura	≤ -95	Regular

Ilustración 11 Nomenclatura Kolbi.

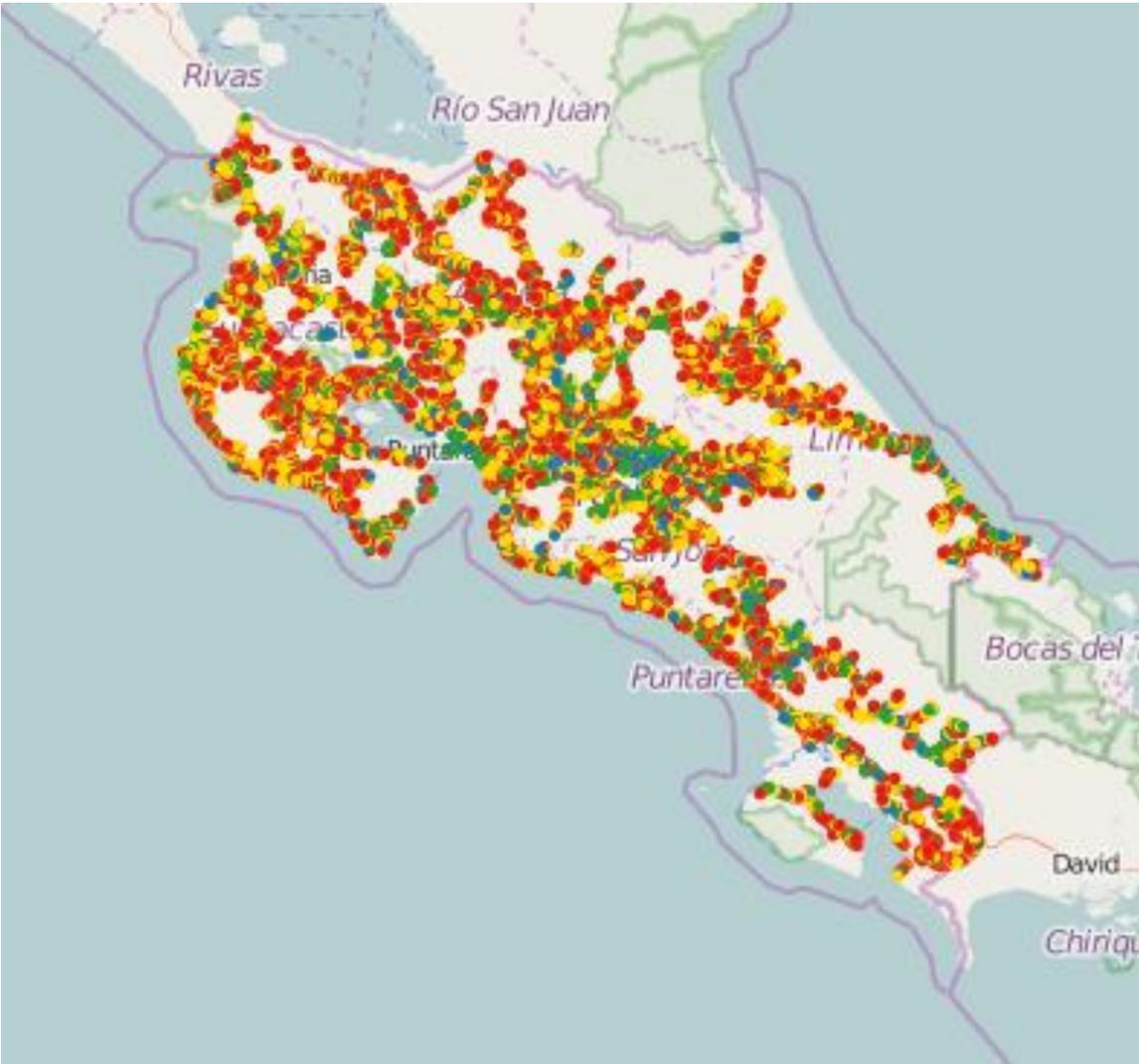


Ilustración 12 Mapa de Cobertura Kolbi.

3.2.1.4 Herramientas de Desarrollo

En la selección de herramientas de desarrollo se ha respetado la resolución de rectoría sobre la migración del software privativo de las unidades académicas e institucionales hacia el software libre de la Universidad de Costa Rica. Las cuales se detallan en la tabla 2.

Especificación de Herramientas de Desarrollo.		
Herramienta	Tipo	Aplicación donde se usará
Netbeans	Entorno de Desarrollo	Aplicación web.
Android Studio	Entorno de Desarrollo	Aplicación Móvil.
Visual Code	Editor HTML y CSS	Aplicación Web.
Color Adobe	Paleta colores online	Todo el sistema.
MySQL	Base de datos	Aplicación web.
SQLite	Base de datos móviles	Aplicación móvil.
Chart.js	Librería Open Source de gráficos HTML.	Todo el sistema.
Payara Server	Servidor de Aplicaciones	Aplicación web.
Java	Framework MVC	Aplicación web.
Apache PDFBox	Librería de PDF.	Aplicación móvil.
Amazon Web Services * (Costos del servicio asumidos por el emprendimiento)	Almacenamiento en la nube. Servicio de notificaciones. Instancias Virtuales.	Todo el sistema.
Workbeanch	Modelaje de datos.	Todo el sistema.

Tabla 2 Especificación de Herramientas de Desarrollo.

3.2.1.5 Conclusiones Factibilidad Técnica

Se concluye que a nivel técnico es factible el proyecto, debido a que el laboratorio cuenta con un equipo de cómputo lo suficientemente capaz para soportar un servidor de aplicaciones. Además, se cuenta con las conexiones de red necesarias para la comunicación entre computadoras, acceso a internet para obtener información de la web. Por otra parte, las herramientas de desarrollo no implican ningún problema para el desarrollador ni para el

laboratorio. Por último, los mapas de cobertura de las redes telefónicas ha permitido que la aplicación móvil funcione en la gran mayoría de sectores del país, sumado a lo anterior, los procesos de mayor demanda de rendimiento son procesados por la base de datos ubicada en Amazon Web Services.

3.2.2 Factibilidad Operacional

Para determinar la viabilidad operacional del proyecto se contempló aspectos relacionados con la habilidad de los usuarios y soporte del sistema.

3.2.2.1 Habilidad de los usuarios

Los usuarios del laboratorio tienen amplia experiencia en el uso de tecnologías, por lo que se utilizaron técnicas de experiencia de usuario para construir un sistema adecuado a las necesidades del usuario, con el fin de que el sistema sea lo más intuitivo, usable y entendible.

El Ingeniero Alex Núñez Mena fue el usuario principal para la consulta de procesos, pruebas técnicas y de usuario, coordinación con otros usuarios y el enlace principal de comunicación entre el INISA y el desarrollador Ingeniero Josías Chaves Murillo.

3.2.2.2 Soporte del Sistema

El soporte del sistema implementado tuvo como base tres aspectos principales para apoyar el proceso de integración entre el sistema, los procesos del INISA y sus funcionarios.

El primero está relacionado con los respectivos manuales para aprendizaje del usuario, especificaciones técnicas y guías de instalación, son guías interactivas programadas mediante páginas web, facilitando al usuario la búsqueda por aplicación y módulos de las aplicaciones desarrolladas, y mejorando la experiencia de usuario.

El manual de usuario contiene un paso a paso ilustrado de cada una de las funcionalidades de las aplicaciones desarrolladas y se encuentra dividido por aplicación y por módulo de la aplicación.

El manual técnico contiene las especificaciones técnicas sobre: estructuras de producción y desarrollo, arquitectura de bases de datos, arquitectura de dominio, arquitectura de

aplicaciones, configuraciones de Amazon Web Services, y control de cuentas genéricas de usuarios.

El manual de Instalación contiene las guías de instalación de: instalación y configuración de servidores EC2 de Amazon Web Services, instalación y configuración del servidor de aplicaciones Payara Server y guía de Deployment de liberación de funcionalidades del sistema por Sprint.

El segundo aspecto es un soporte que está siendo brindado con una duración de tres meses posterior a la implementación del sistema, que no ha tenido ningún costo alguno para el laboratorio con el objetivo de facilitar el proceso de integración.

Finalmente el tercer aspecto son las capacitaciones sobre el uso de los sistemas tanto a los funcionarios del laboratorio como a los muestreadores de campo, con el fin de generar un entorno donde las dudas o consultas sobre funciones específicas o el debido procesamiento sean abordados y aclarados.

3.2.2.4 Conclusiones Factibilidad Operacional

Se concluye que a nivel operacional es factible debido a que los usuarios cuentan con las habilidades necesarias para aprender a utilizar el sistema. Además, el soporte del sistema es realizable.

3.2.3 Factibilidad Económica

Para determinar la factibilidad económica se consideraron aspectos relacionados con los costos de desarrollo, costos de recurso humano, costos administrativos. A continuación se presentan una tabla comparativa de gastos.

3.2.3.1 Costos de Desarrollo

Aunque se utilizó gran cantidad de herramientas de software libre, existen costos de desarrollo que fueron asumidos por el emprendimiento “Ecoctrl”, los cuales se detallan en la tabla 3. Los cálculos por horas se hicieron con base a las 750 horas de disponibilidad mensual de los servicios.

Costos de Desarrollo.			
Costo	Costo Mensual	Costo Anual	Modalidad de Cobro
Amazon Simple Notification Service. (AWS, 2016).	US\$ 1	US\$ 12	Por millón de notificaciones.
Amazon Elastic Compute Cloud. Instancia Linux. (AWS, 2016)	US\$ 9,75	US\$ 117	Por Hora de uso. US\$ 0,013 por hora.
Amazon Relational Database Service (Amazon RDS) Instancia MySQL. (AWS, 2016)	US\$ 12,75	US\$ 153	Por hora de uso. US\$ 0,017 por hora.
Total: US\$283 (152,820.00 colones aprox.)			

Tabla 3 Costos de Desarrollo.

3.2.3.2 Costos de Recurso Humano

Debido a que la estimación de duración de proyecto es a un año, el costo de recurso humano sería de aproximadamente US\$10,000, asumiendo 15 de horas de trabajo por semana. A continuación se describe los gastos incurridos en este rubro.

Costos de Recurso Humano			
Colaborador	Precio por Hora	Mensual	Anual
Alex Núñez Mena	₡ 5,000.00.	₡ 300,000.00.	₡ 3, 600,000.00.
Josías Chaves Murillo. (MTSS, 2016). *	₡ 2,697.00.	₡ 161,820.00.	₡ 1, 941,840.00.
Total: ₡ 5, 541,840.00 colones.			

Tabla 4 Costos de Recurso Humano.

*Dato tomado según las escalas salariales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

3.2.3.3 Costos Administrativos

Se estima que en gastos administrativos para la papelería serán unos 20,000.00 colones en impresiones de aprobaciones, control de cambios y boletas de pruebas.

3.2.3.4 Tabla Comparativa de Gastos

La comparativa de gastos se hizo con referencia a un proyecto interno contra un proyecto universitario de tesis. Valores especificados en moneda nacional.

Comparativa de Gastos.		
Gasto a inquirir	Proyecto Interno	Proyecto de Licenciatura
Costos de Desarrollo	₡ 152,820.00	₡ 0.00
Costos de Recurso Humano*	₡ 5,541,840.00	₡ 0.00.
Costos Administrativos.	₡ 20,000.00	₡ 20,000.00
TOTAL:	₡ 5,714,660.00	₡ 20,000.00

Tabla 5 Comparativa de Gastos.

* Los costos del recurso humano del Ing. Josías Chaves no son considerados en el aparatado de proyecto de Licenciatura y el costo de las horas-hombre del Ing. Alex Núñez Mena tampoco debido a que es funcionario del INISA.

3.2.3.5 Conclusiones Factibilidad Económica

Se concluye que el proyecto es factible económicamente basándose en las estimaciones de costos y gastos, debido a que el desarrollo de un proyecto de licenciatura representa un 98% menos de inversión frente a un proyecto desarrollado internamente. Se hace la salvedad que los costos de desarrollo fueron asumidos por el emprendimiento “EcoCtrl”.

3.3 Especificación de Requerimientos

Para el levantamiento de los requerimientos se tomó en cuenta el estándar IEEE 830-1998 (Borja & Cuji, 2013). Se tomaron tres tipos de requerimientos:

- 1) Requerimientos Comunes de Interfaces.
- 2) Requerimientos Funcionales.
- 3) Requerimientos No Funcionales.

Juntamente con los requerimientos se tomaron dos aspectos que el estándar contempla y que son significativos en el proceso de levantamiento de requerimientos:

- Restricciones o Limitaciones.
- Evolución Previsible del sistema.

Para el levantamiento práctico de los requerimientos se utilizaron métodos de observación, entrevistas con usuarios y análisis de las conclusiones obtenidas. Además, se utilizaron las siguientes plantillas, ver tabla 6 y tabla 7 respectivamente.

- Para Requerimientos Funcionales:

Requerimiento	REQ01	Sistema	[Aplicación]
Solicitante	Módulo		[Nombre del módulo]
[Nombre de la persona con la que se habló para tomar el requerimiento]	Estado	[Registrado, Aprobado]	
Descripción			
[Descripción de Requerimiento]			
Justificación			
[Por qué es necesario]			

Tabla 6 Plantilla de Requerimientos Funcionales.

- Para Requerimientos Comunes y No Funcionales:

Requerimiento	REQ02	Sistema	[Aplicación]
Solicitante	Tipo		[Tipo]
[Nombre de la persona con la que se habló para tomar el requerimiento]	Estado	[Registrado, Aprobado]	
Descripción			
[Descripción de Requerimiento]			
Justificación			
[Por qué es necesario]			

Tabla 7 Plantilla Requerimientos Comunes y No Funcionales.

Los requerimientos primeramente fueron registrados y posterior a su análisis fueron aprobados y/o rechazados bajo el criterio de los Ingenieros Josías Chaves Murillo y el Alex Núñez Mena. Luego fueron fusionados o divididos en otros requerimientos según la consideración del análisis.

En el [Anexo #1 se puede ver el detalle de la Especificación de Requerimientos](#).

3.4 Diseño de Experiencia de Usuario

Para la experiencia de usuario se tomó en cuenta la velocidad de desarrollo, la precisión de los diseños y las experiencias pasadas en diseño (Treder, 2013). Con base en los tres criterios se utilizaron las siguientes dos técnicas de diseño de experiencia de usuario, según la recomendación de Marcin Treder en su libro UX Design para Startups (Treder, 2013):

- **Prototipado en Papel:** Se elaboraron bosquejos en papel sobre la estructura general de las aplicaciones, en un trabajo conjunto con el usuario Alex Núñez Mena, para definir las interfaces más óptimas.
- **Mockups:** Como última etapa, se procedió a realizar los mockups de las interfaces por parte del Ingeniero Josías Chaves Murillo, bajo la supervisión del usuario Alex Núñez Mena. Una vez finalizado se procedió a realizar pruebas de usabilidad con los muestreadores y técnicos de laboratorio.

Si durante las pruebas de usabilidad se detectan errores, los mismos se corregirán hasta cumplir con la experiencia de usuario aprobada por los muestreadores y técnicos de laboratorio. Esta etapa culminó con un informe de aprobación de experiencia de usuario para proceder con el desarrollo de las aplicaciones.

En el [Anexo #2 se puede ver el detalle de la Especificación de Prototipos](#).

3.5 Modelaje de Datos

El modelaje de la estructura de la base de datos se realizó en el tradicional esquema relacional en la herramienta MySQL Workbench. Se obtuvieron además los scripts de las bases de datos.



Ilustración 13 Arquitectura de bases de datos.

El diseño de la base de datos se ha diseñado de manera distribuida debido a la necesidad que tienen las aplicaciones de funcionar de manera interdependiente. Tal y como lo muestra la ilustración 13 se crearon 5 esquemas separados:

- Ararat: Contiene las tablas necesarias para el mecanismo de sincronización entre todas las aplicaciones. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.
- Horeb: Es la base de datos global, contiene toda la información final generada en las distintas aplicaciones. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.
- Eilat: Contiene las tablas correspondientes al control de notificaciones y la carga inicial de información para los dispositivos móviles. Se ubica en la plataforma de Amazon Web Services.

- Neguev: Contiene la información que se genera únicamente en el INISA. Se ubica en un servidor local en el laboratorio.
- Esquema para móvil: Contiene la información que se genera únicamente en los dispositivos móviles usados en el campo, tiene la particularidad que se crea una base de datos por cada usuario debido a que los dispositivos móviles son de uso múltiple y es necesario evitar la mezcla de perfiles de los usuarios.

Ver [Anexo #3 Especificación de estándares y esquemas de bases de datos.](#)

3.6 Desarrollo

El desarrollo de las aplicaciones se dividió en tres grandes secciones: Aplicación móvil, los mecanismos de comunicación y la aplicación web. La metodología que se usó fue Scrum con las adaptaciones mencionadas en el Marco Teórico.

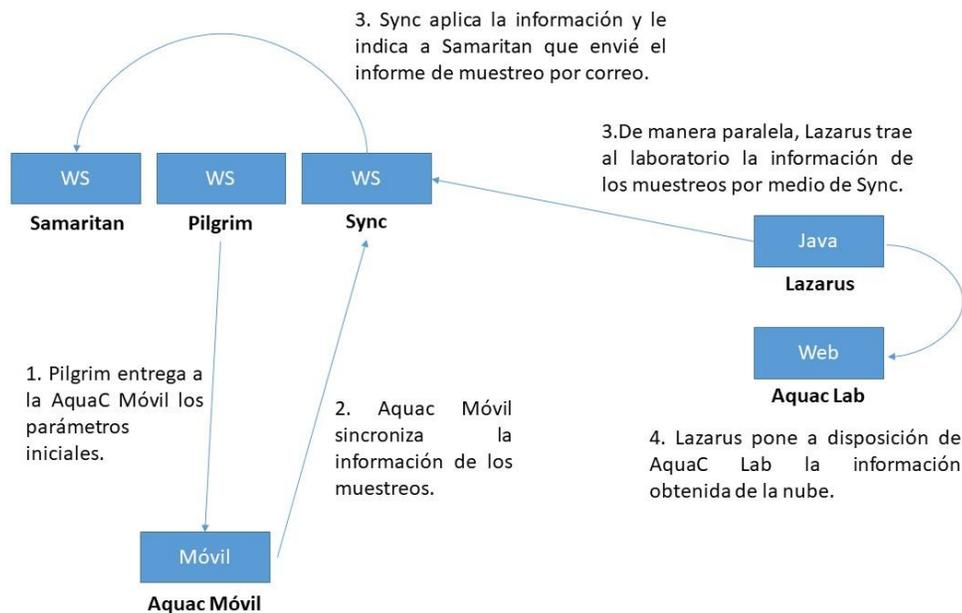


Ilustración 14 Diagrama de interconexión de Aplicaciones.

Las aplicaciones desarrolladas se han diseñado según los requerimientos planteados en los ciclos de desarrollo (sprint), utilizando las herramientas mencionadas en la factibilidad técnica. Tal y como lo muestra la ilustración 14, se han desarrollado 3 aplicaciones:

- **AquaC Móvil:** Corresponde a la aplicación móvil donde se registra la información de las muestras solicitadas y los resultados de los ensayos en campo.
- **AquaC Lab:** Corresponde a la aplicación web donde se planifican los servicios de muestreo y se registran los parámetros (categorías, tipos de muestra, tipos de muestreo, niveles, ensayos, clientes, muestreadores), la trazabilidad y los resultados de los ensayos en laboratorio. Además, se generan los informes finales y las estadísticas.
- **Mecanismos de comunicación en la nube:** Son todos aquellos módulos que han sido desarrollados y ubicados en la nube de Amazon Web Services para gestionar la comunicación y la sincronización con las aplicaciones AquaC Móvil y AquaC Lab:
 - Samaritan: Corresponde a la aplicación web services que envía los correos electrónicos con los informes de muestreo en campo, renovación de contraseñas y asignación de aplicación móvil.
 - Sync: Corresponde a la aplicación web services que controla los mecanismos de sincronización de la información entre los distintos esquemas de bases de datos y las aplicaciones AquaC Móvil y AquacLab.
 - Pilgrim: Corresponde a la aplicación web services que realiza la carga inicial de parámetros en la aplicación móvil y gestionar el envío de notificaciones a los dispositivos móviles.
 - Lazarus: Corresponde a la aplicación java de escritorio que estructura la información generada en AquaC Lab para enviarla a sincronización con la aplicación Sync.

3.7 Especificación de Pruebas

En esta etapa del proyecto se procederán con dos tipos de pruebas:

- **Pruebas Técnicas:** Se evaluará el cumplimiento de los estándares definidos, los modelos de experiencia de usuario, y la integridad del sistema.
- **Pruebas de Usuario:** Se evaluará el cumplimiento de los requerimientos y la satisfacción del usuario al utilizar las aplicaciones.

Ver [Anexo #4 Prueba de simulación aplicada](#).

3.8 Documentación

El sistema cuenta con tres manuales o documentos, que son:

- **El Manual Técnico:** El propósito de este manual es describir el funcionamiento interno de la aplicación, los estándares de programación, la especificación de requerimientos de software, el modelaje de datos y la estructura de clases, con el fin de las modificaciones posteriores a la implementación del proyecto puedan realizarse adecuadamente.
- **El Manual de Instalación:** Este manual especifica todos los pasos necesarios para la correcta instalación de las aplicaciones.
- **El Manual de Usuario:** Muestra todas las funcionalidades del sistema, los distintos errores, y la ayuda necesaria para utilizar el sistema correctamente.

Dichos manuales fueron elaborados en una guía interactiva en HTML con el fin de ser coherentes con la Declaratoria UNA por la Madre Tierra (UNA, 2016) y de implementar un manual innovador.

3.9 Deployment

El Deployment es la etapa donde las aplicaciones son puestas en producción para su uso por los usuarios finales. Para que la instalación en el laboratorio sea exitosa se ha creado una guía para que el técnico informático del INISA que tiene el acceso y la autorización para las instalaciones en el equipo de cómputo pudiera proceder sin inconvenientes con la misma.

Ver [Anexo #5 Guía para deployment](#).

Capítulo IV – Demostración de Resultados



Ilustración 15 Representación gráfica de resultados.

4.1 Demostración de Resultados.

A continuación, tal y como muestra la ilustración 15 se evidenciará cada uno de los resultados para el cumplimiento de los objetivos planteados, los cuales son: aplicación móvil, registro automático, aplicación web, mecanismo de sincronización y estadísticas. Así como los resultados complementarios que han permitido el cumplimiento del objetivo general.

4.2 Resultados por objetivo específico.

4.2.1 Resultados App Móvil.



Digitalizar el proceso de toma de muestras en campo mediante el diseño e implementación de una aplicación móvil, que permita el registro de las muestras obtenidas con sus respectivas características.



Ilustración 16 Representación objetivo específico 1.

Para cumplir el objetivo de la Ilustración 16 fue necesario incorporar en la aplicación móvil los módulos de servicios de muestreo, grupos y muestras, así como un proceso de parametrización inicial.

4.2.1.1 Módulo de servicios de muestreo.

El presente módulo permite el ingreso de los servicios de muestreo que han sido coordinados por el laboratorio y asignados a los muestreadores para realizar las visitas en sitio y recolectar las muestras para los análisis solicitados por el cliente.

La aplicación móvil contiene las pantallas de registro/edición de servicios de muestreo, consulta de detalles, ingreso de nuevos clientes y selección de clientes existentes, lo anterior según lo indica la especificación de requerimientos de software de la sección 3.3 Especificación de Requerimientos. Ver ilustración 17.

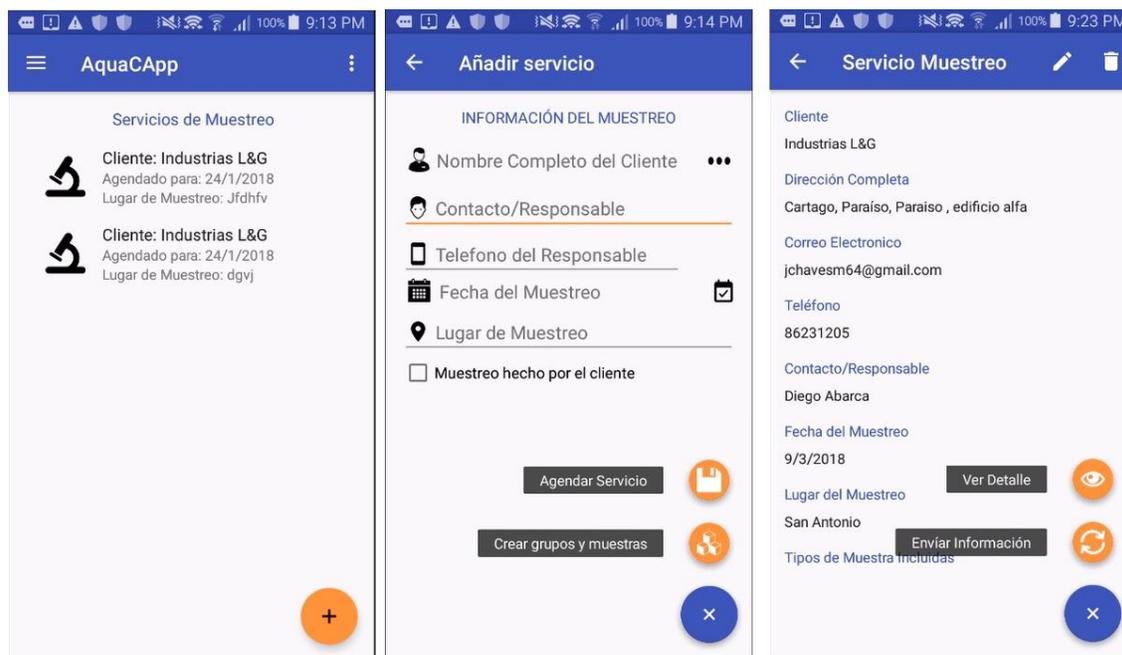


Ilustración 17 Pantallas de agenda, inserción y detalle de servicios de muestreo.

El registro de los servicios de muestreos le permite a los muestreadores unificar los datos de contacto de cliente con los datos del muestreo en campo por ejecutar. Además, permite tener un elemento de referencia que asocie todos los grupos de muestreo.

4.2.1.2 Módulo de grupos.

El presente módulo permite ingresar las muestras con sus respectivas características y sus respectivos ensayos en campo, así como las respectivas eventualidades al momento de realizar el muestreo (transferida a otro muestreador o muestra no recolectada) asociadas previamente a los grupos de muestreo incorporados en el servicio de muestreo.

La aplicación móvil contiene las pantallas de registro/edición de grupos de muestreo, consulta de grupos, selección de ensayos por aplicar tanto en campo como en laboratorio, así

como la automatización de ingreso secuencial de grupos y un acceso rápido para el ingreso de muestras del grupo; lo anterior según lo indica la especificación de requerimientos de software de la sección 3.3 Especificación de Requerimientos. Ver ilustración 18.

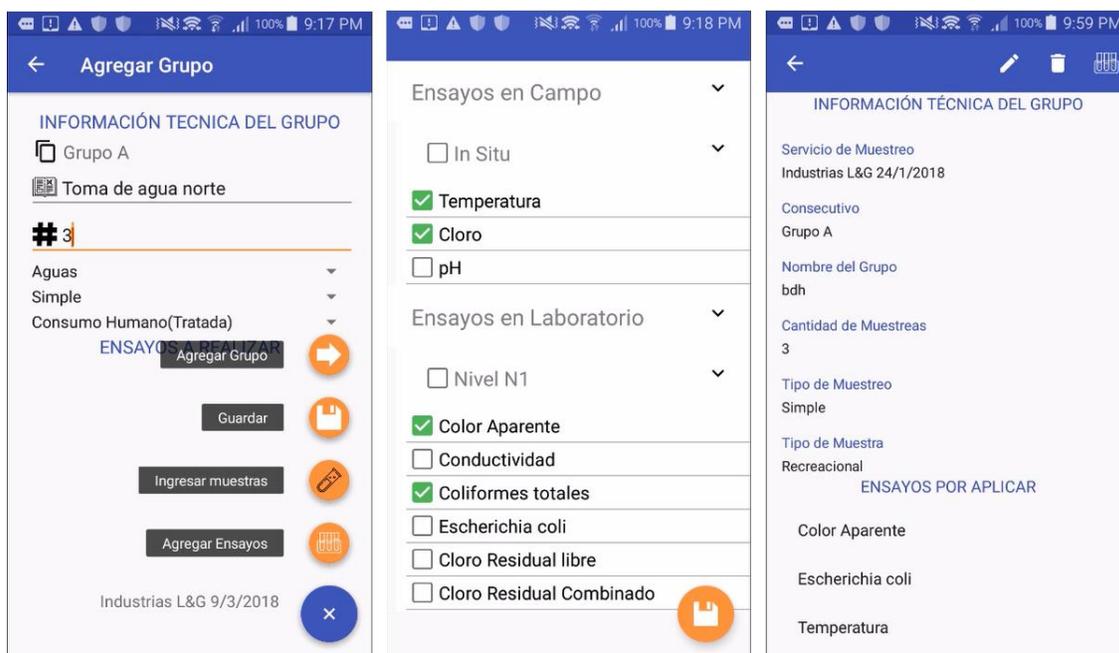


Ilustración 18 Pantallas de inserción y detalle de grupos y selección de ensayos.

La agrupación de las muestras por ensayo por aplicar permite al muestreador segmentar y relacionar las muestras que deben ser recolectadas en campo, planificar la ruta de selección con mayor precisión y preparar los implementos técnicos para tomar las muestras de aguas y aplicar los ensayos en campo.

4.2.1.3 Módulo de muestras.

El presente módulo permite ingresar grupos de muestreo a los servicios de muestreo previamente ingresados, con el objetivo de agrupar las muestras por los ensayos que necesitan ser aplicados, el tipo de muestra y el tipo de muestreo.

La aplicación móvil contiene las pantallas de edición muestras, consulta de muestras, registro de ensayo en campo, así como una opción para agregar una muestra no planificada al grupo;

lo anterior según lo indica la especificación de requerimientos de software de la sección 3.3 Especificación de Requerimientos. Ver ilustración 19.

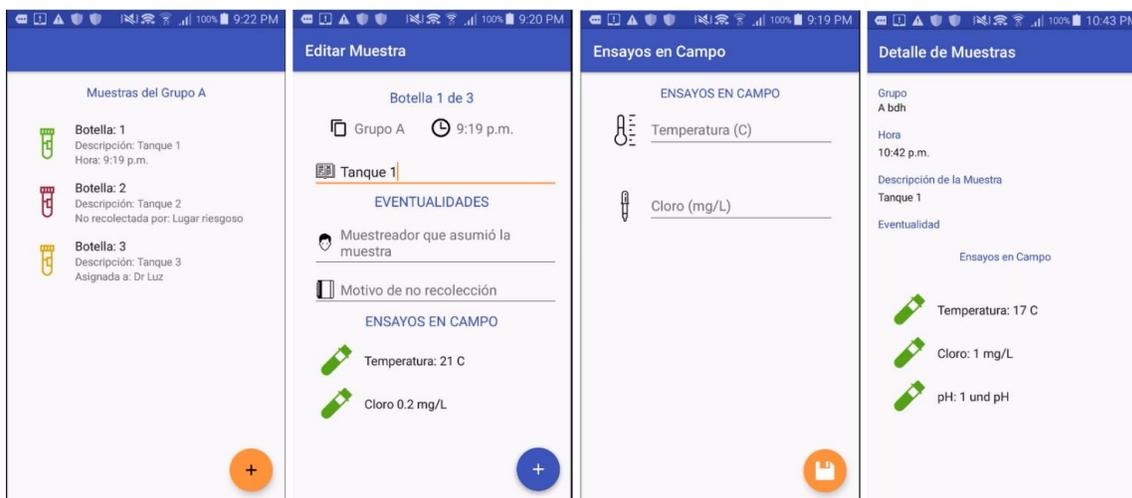


Ilustración 19 Pantallas de consulta, edición y detalle de muestras e ingreso de ensayos en campo.

El módulo de muestras contiene implementaciones que han permitido facilitar la captura de datos en campo, las cuales se detallan a continuación:

- **Captura automática de hora de muestreo:** La hora es capturada automáticamente al momento que se registran las características de la muestra, de manera que el muestreador no tenga que digitar la misma.
- **Pre ingreso de muestras:** Las muestras se ingresan automáticamente según la cantidad de muestras indicadas en el grupo respectivo asignando los números de botella en el proceso.
- **Ingreso de muestra no planificada:** Debido a que los muestreos en campo pueden ser impredecibles, se agrega la opción de poder agregar una muestra extra que no se encuentra dentro de la planificación, la misma se puede agregar por recomendación del muestreador o a solicitud del cliente.
- **Clasificación por colores según eventualidades:** Al realizar muestreos en campo se pueden presentar eventualidades con la recolección de las muestras, debido a lo anterior, la aplicación móvil posee una clasificación por colores que facilitará al

muestreador el reconocimiento visual del estado actual del muestreo. La clasificación por color es la siguiente:

- Gris para las muestras que no se les ha ingresado datos.
- Verde para las muestras recolectadas.
- Rojo para las muestras que no fueron recolectadas por motivos de riesgo o inconvenientes.
- Amarillo para las muestras que fueron transferidas a otros muestreadores.

Las implementaciones anteriores permiten al muestreador enfocarse en la recolección física de la muestra de agua y la aplicación de los ensayos en campo a la misma; la aplicación móvil asume el pre ingreso de la información que por su naturaleza se pueden registrar previamente mediante automatizaciones, agilizando así el proceso de muestreo.

4.2.1.4 Parametrización inicial.

La presente funcionalidad permite la carga de los parámetros de: clientes, categorías, tipos de muestreo, tipos de muestra, niveles, ensayos, provincias, cantones y distritos, que se ejecuta con la primera autenticación en la aplicación móvil.

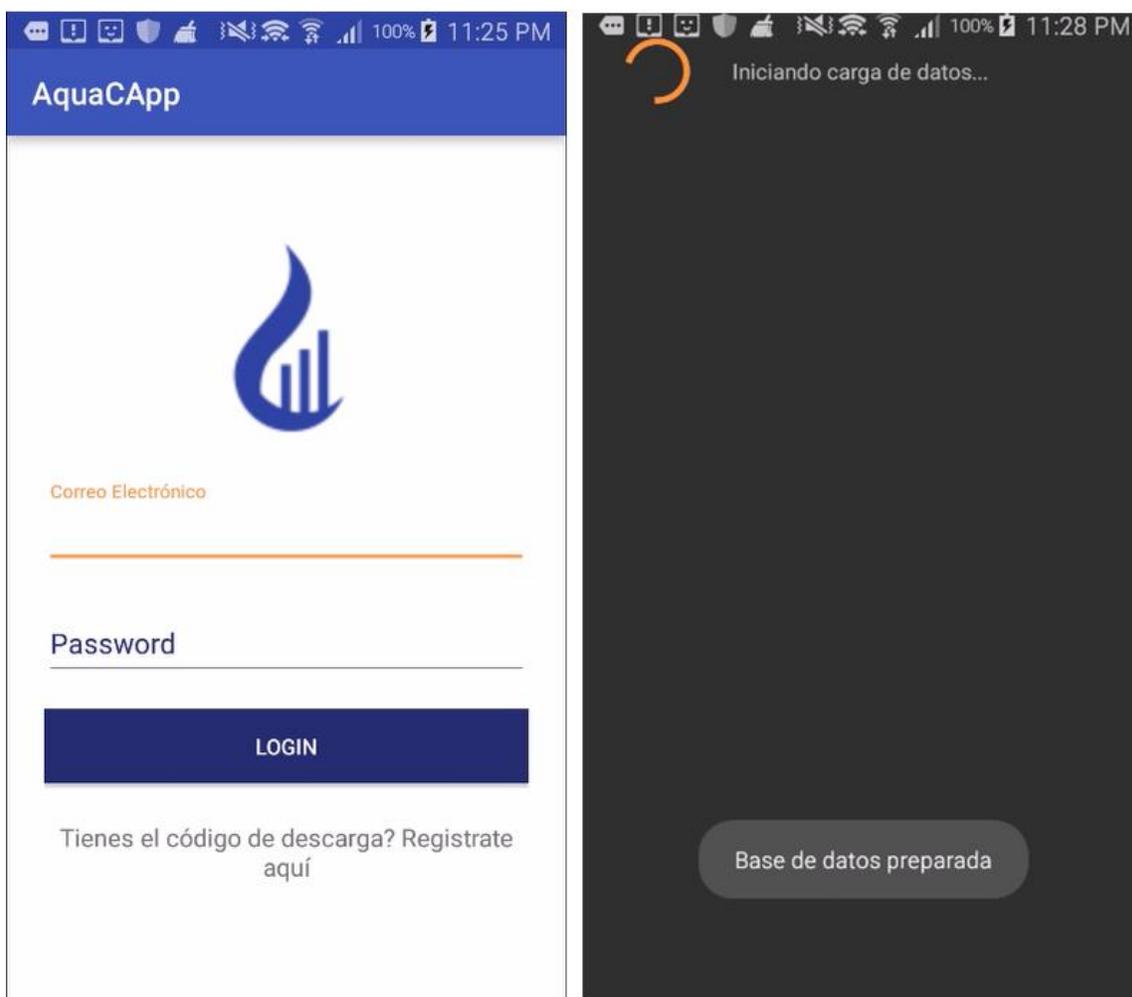


Ilustración 20 Pantallas de autenticación de usuario.

La aplicación móvil ejecuta la carga de los parámetros comunicándose con la aplicación web services Pilgrim mencionada en la sección 3.6. Como lo muestra la ilustración 20, la carga inicial permite tener dentro de la aplicación móvil todos aquellos datos que provienen del laboratorio y colaboran con la integración de las aplicaciones.

En resumen el objetivo 1 ha sido cumplido al haber digitalizado y estructurado mediante una aplicación móvil todas las funcionalidades de servicios de muestreo, clientes, grupos de muestreo y características de las muestras con una parametrización inicial de la información, las cuales corresponden al proceso de muestreo en campo.

4.2.2 Resultados Registro Automático.



Proveer un registro automático de las muestras en el proceso de muestreo y análisis, a través de una aplicación web que genere la trazabilidad de las mismas.



Ilustración 21 Representación objetivo específico 2.

Para cumplir el objetivo de la ilustración 21, fue necesario desarrollar un conjunto integrado de triggers de bases de datos sobre las tablas involucradas en los procesos de muestreo y análisis, proceso automático de asignación de códigos de muestra y un módulo de trazabilidad en la aplicación web.

4.2.2.1 Conjunto integrado de triggers.

El conjunto integrado de triggers son tareas programadas que se ejecutan automáticamente sobre tablas específicas que contienen la información de las muestras, las tareas programadas se disparan ante eventos que pueden modificar los datos de las muestras.

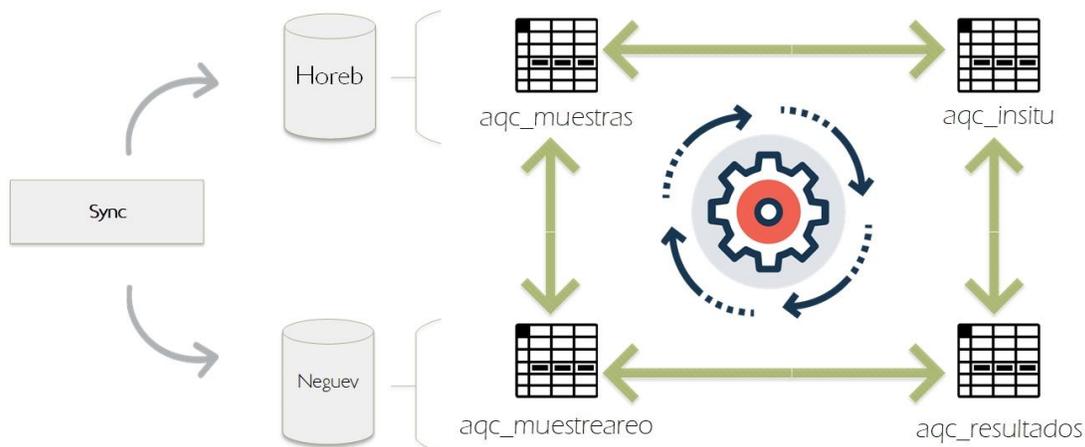


Ilustración 22 Estructura de trazabilidad de muestras.

Tal y como lo muestra la ilustración 22, las tablas `aqc_muestras`, `aqc_insitu`, `aqc_muestreareo` y `aqc_resultados`, cuentan con tareas programadas que son ejecutadas cuando un evento de inserción, modificación o eliminación es activado por las distintas aplicaciones. Las tareas programadas registran de manera automática los eventos asociados a cada una de las muestras, una muestra del registro se puede observar en la ilustración 23.

Teniendo en cuenta que se ha implementado un esquema distribuido de base de datos, la información de las muestras proviene tanto de las bases de datos de la app móvil como de la aplicación web del laboratorio, por lo que la sincronización de la información de trazabilidad fue asumida por el mecanismo de sincronización Sync, el cual se explicará a detalle en la sección 4.2.2. Resultados del Mecanismo de sincronización.

idMuestra	fecha	accion	aplicacion	actor
MT-2015c5d3-41ef-4e4d-b39e-c28cd62f467c	2018-03-11 01:53:49	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	awsroot@%
MT-2015c5d3-41ef-4e4d-b39e-c28cd62f467c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Temperatura valor10	APP	horeb
MT-2015c5d3-41ef-4e4d-b39e-c28cd62f467c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Cloro valor 1	APP	horeb
MT-2015c5d3-41ef-4e4d-b39e-c28cd62f467c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo pH valor 1	APP	horeb
MT-294097ba-91c7-4dd7-b560-0e366e5dbdbc	2018-03-11 01:53:49	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	awsroot@%
MT-294097ba-91c7-4dd7-b560-0e366e5dbdbc	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Temperatura valor17	APP	horeb
MT-294097ba-91c7-4dd7-b560-0e366e5dbdbc	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Cloro valor 1	APP	horeb
MT-294097ba-91c7-4dd7-b560-0e366e5dbdbc	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo pH valor 1	APP	horeb
MT-3c0ba582-3211-41d3-9592-12731655554f	2018-03-11 01:30:55	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	YO
MT-6833d6dd-00ed-48ac-b981-503e81637849	2018-03-11 01:30:55	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	YO
MT-915fcff2-fd4e-4c5d-bda2-d1be16d8e273	2018-03-11 01:30:55	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	YO
MT-d07bcf07-237c-4a80-9e18-ffb498ba477c	2018-03-11 01:53:49	La muestra ingreso a la nube para ser procesada	APP	awsroot@%
MT-d07bcf07-237c-4a80-9e18-ffb498ba477c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Temperatura valor1	APP	horeb
MT-d07bcf07-237c-4a80-9e18-ffb498ba477c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo Cloro valor 1	APP	horeb
MT-d07bcf07-237c-4a80-9e18-ffb498ba477c	2018-03-11 01:53:49	Se registra el valor del ensayo pH valor 1	APP	horeb

Ilustración 23 Registro automático de trazabilidad.

4.2.2.2 Proceso automático de asignación de códigos de muestra.

Un componente esencial dentro de la trazabilidad de la información de las muestras es la codificación de las mismas de manera automática, para lo cual se creó un proceso automático en la base de datos global Horeb que genera y asigna los códigos de muestra consecutivos cuando la aplicación móvil los ha enviado.

La base de datos global Horeb asume el proceso de asignación con el objetivo de que los funcionarios del Instituto de Investigaciones en Salud puedan enfocarse en preparar los implementos para aplicar los ensayos.

4.2.2.3 Módulo de trazabilidad.

El presente módulo forma parte de la aplicación web, el cual permite consultar la trazabilidad de una muestra en específico mediante el código consecutivo que le fue generado automáticamente.

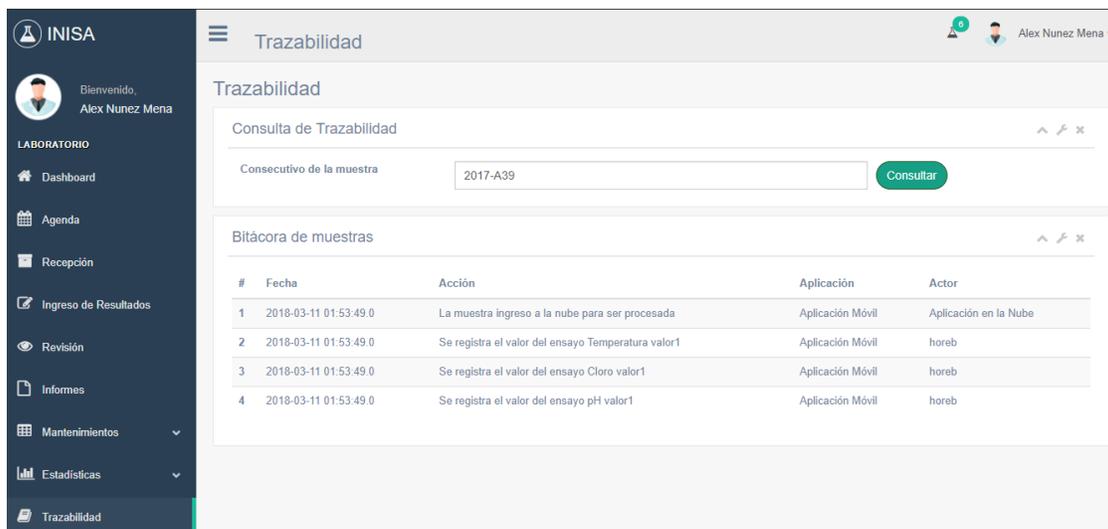


Ilustración 24 Pantalla de trazabilidad.

Los funcionarios del Instituto de Investigaciones en Salud cuentan con una herramienta que les provee de manera inmediata el historial completo de una muestra específica, como lo muestra la ilustración 24, función de gran valor y utilidad para las auditorías y los procesos de acreditación.

En resumen el objetivo 2 ha sido cumplido al haber provisto un registro automático de las muestras y todos los eventos que suceden concernientes a las mismas, mediante un conjunto de tareas programadas en la base de datos que recolectan la información de los eventos, un proceso de asignación automática de códigos de muestra para facilitar su rastreo, y módulo de consulta de trazabilidad en la aplicación.

4.2.3 Resultados App Web.

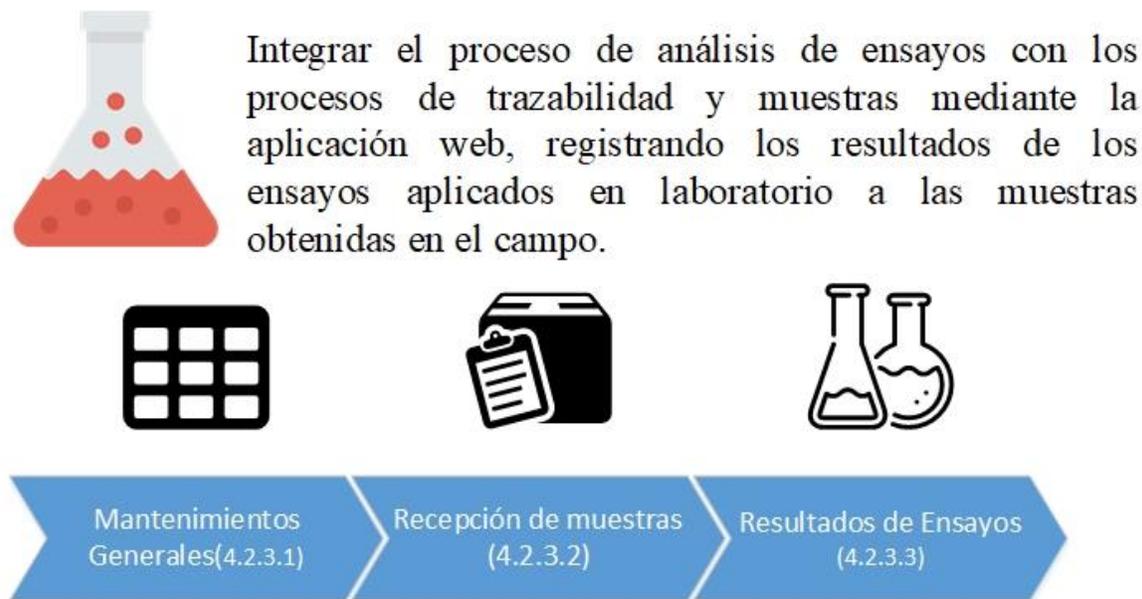


Ilustración 25 Representación objetivo específico 3.

Para cumplir el objetivo de la ilustración 25, fue necesario incorporar en la aplicación web los módulos de resultados de mantenimientos generales, recepción de muestras y resultados de ensayos.

4.2.3.1 Módulo de mantenimientos generales.

El presente módulo forma parte de la aplicación web, el cual permite realizar el ingreso, edición, eliminación y consulta de los módulos de: categorías de ensayos, clientes, ensayos, muestreadores, niveles, tipos de muestra, tipos de muestreo y unidades, tal y como lo muestra la ilustración 26.

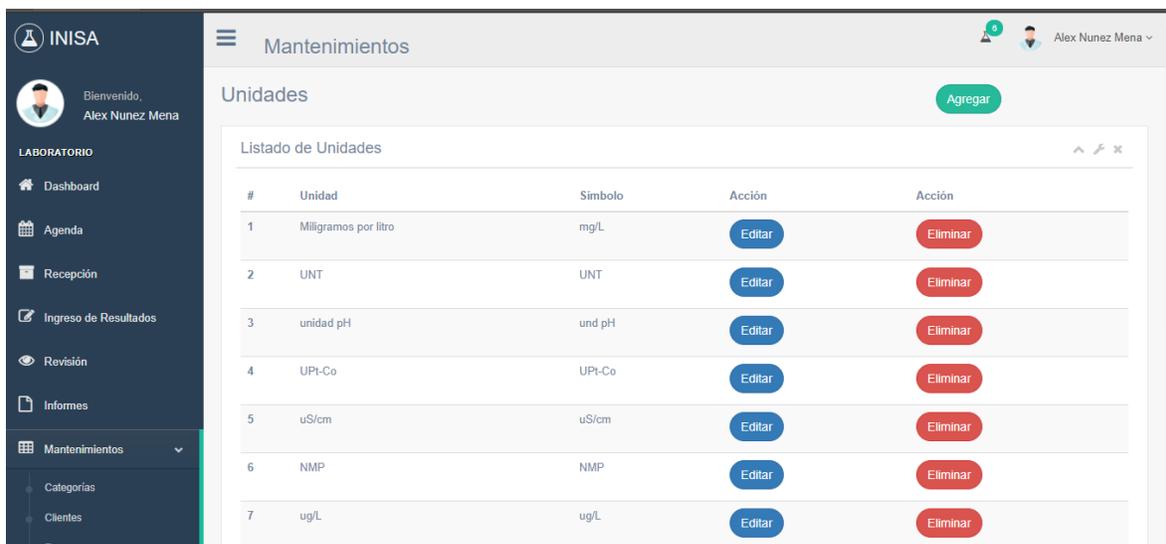


Ilustración 26 Mantenimiento de unidades.

Los mantenimientos de los módulos mencionados son la parametrización que necesita la aplicación móvil para integrar los servicios de muestreo con el análisis de ensayos en laboratorio.

Los cuales son procesados y enviados mediante los mecanismos de sincronización de información.

4.2.3.2 Módulo de recepción de muestras.

El presente módulo forma parte de la aplicación web, el cual permite mostrar los servicios de muestreos que han sido enviados por la aplicación móvil indicando el cliente, la hora y las características de la muestra recolectadas en campo, como lo muestra la ilustración 27.

#	Fecha del Servicio	Cliente	Muestreador(es)	Cantidad	Ensayos Solicitados	Tipos de muestras	Acciones
1	11/03/2018 4:45 pm	ESPH	Alex Nunez	25	N1	Consumo Humano(No tratada)	Action
2	10/03/2018 1:00 pm	Asada Santo Domingo	Luz Chacon	31	N1;Organo Clorados	Consumo Humano(tratada)	<ul style="list-style-type: none"> Acciones Ingresar al laboratorio Rechazar Ver Detalle

Ilustración 27 Ingreso de resultados de ensayos.

La información que se recolectó en el campo llega al laboratorio para ser analizada. Donde se determina si se debe recibir o rechazar por alguna inconsistencia. Si las muestras son recibidas pasan a estar listas para registrar los ensayos y la aplicación permite al laboratorio conocer de ante mano los ensayos que serán aplicados, preparar los materiales (tubos de ensayos, preparaciones magistrales), equipos necesarios para la ejecución de los ensayos y saber la cantidad de muestras que serán recibidas.

4.2.3.3 Módulo de resultados de ensayos.

El presente módulo forma parte de la aplicación web, el cual permite consultar los ensayos solicitados, que deben ser aplicados en laboratorio, los cuales fueron solicitados previamente por medio de la aplicación móvil.

Una vez ejecutada la consulta, la aplicación web devuelve la parametrización de los ensayos registrada previamente en los mantenimientos generales, para mostrar al técnico especialista la cantidad de resultados que deben ser registrados por ensayo, lo anterior lo realiza para todos los ensayos.

Asimismo, le proporciona por cada bloque de resultados, la aplicación del parámetro estadístico de promedio, mediana o moda, el cual queda a decisión del técnico de laboratorio aplicar. Para más detalle ver la ilustración 28.

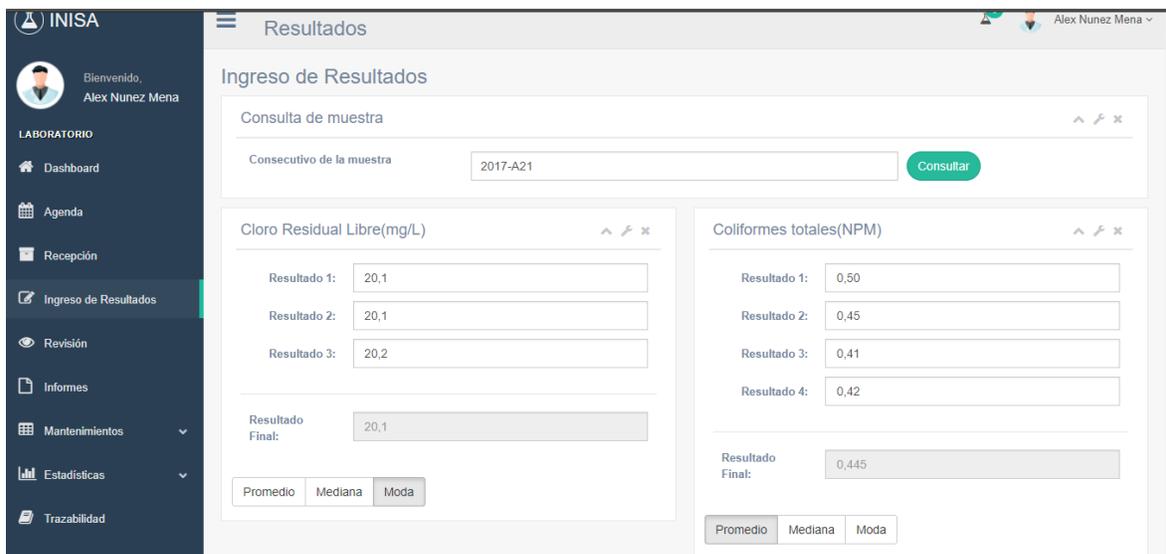
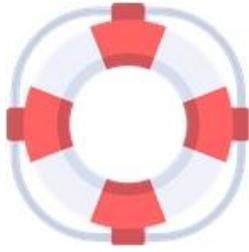


Ilustración 28 Ingreso de resultados de ensayos.

De esta manera el proceso de análisis de ensayos queda integrado con los procesos de trazabilidad y muestreo realizado en campo por el muestreador.

En resumen el objetivo 3 ha sido cumplido al haber integrado el proceso de análisis de ensayos, trazabilidad y muestreo en campo mediante una aplicación web que contiene los mantenimientos generales de: categorías de ensayos, clientes, ensayos, muestreadores, niveles, tipos de muestra, tipos de muestreo y unidades, un módulo de recepción de muestras y un módulo de registro de resultados de ensayos.

4.2.4 Resultados Mecanismos de Sincronización.



Brindar disponibilidad de las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante mecanismos de comunicación y sincronización que aseguren su funcionamiento de manera independiente al internet.



Ilustración 29 Representación objetivo específico 4.

Para cumplir el objetivo de la ilustración 29 fue necesario desarrollar un esquema distribuido de bases de datos que permitiera a las aplicaciones poder trabajar con sus bases de datos locales sin necesidad de conexión a las redes de internet y crear un mecanismo que sincronizara la información entre las aplicaciones.

4.2.4.1 Esquema de bases de datos distribuidas.

En el punto 3.5 sobre el modelaje de datos del capítulo III Procedimiento Metodológico, se explica en detalle el esquema de bases de datos distribuidas que fue creado.

4.2.4.2 Mecanismo Sync.

Para poder sincronizar la información entre las aplicaciones móviles y la aplicación web del laboratorio fue necesario crear el mecanismo llamado Sync.

Sync consiste en una aplicación desarrollada en java, tipo web services con arquitectura SOAP, ubicada en Amazon Web Services que le provee a la aplicación móvil y a la aplicación web el medio para sincronizar la información. Cada aplicación que necesite sincronizar debe seguir los siguientes pasos:

- **La aplicación solicitante prepara la información para sincronizar:** La aplicación solicitante de sincronización, toma la información que debe sincronizarse y la divide en registros que están compuestos por sentencias SQL encriptadas para ser ejecutadas dinámicamente en la base de datos principal.
- **Solicitar un servicio de sincronización:** Una vez que la información se encuentre validada, solicita a Sync un servicio de sincronización, el cual almacena el dispositivo autorizado que solicitó el servicio, la fecha y hora de la solicitud y la cantidad de registros que serán enviados; a su vez, Sync le entrega a la aplicación solicitante un código numérico único que permite correlacionar cada uno de los registros que serán enviados. Ver ilustración 30.

idSyncService	idDevice	Registros	Fecha	Lab	Estado
357	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	18	2017-12-17 16:21:36	S	S
359	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	15	2017-12-17 18:10:07	S	S
365	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	12	2017-12-17 18:36:15	N	L
367	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	16	2017-12-17 18:45:22	S	S
371	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	13	2017-12-17 22:36:10	S	S
377	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	10	2018-01-22 04:57:25	S	S
387	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	5	2018-01-22 05:56:11	S	S
391	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	7	2018-01-22 06:06:04	S	S
395	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	17	2018-01-22 16:13:59	S	S
399	15VwWOLmU/1Ztt/m70BoVnKSCoTSeOwLcyMjNYpCANY=	9	2018-01-22 16:17:59	S	S

Ilustración 30 Servicios de sincronización en la base de datos.

- **Asociar los registros con el servicio de sincronización:** La aplicación solicitante asocia a cada registro el código del servicio de sincronización y cada registro que debe enviarse debe especificar el origen y el destino del mismo, así como el orden en que debe ejecutarse.
- **La aplicación solicitante envía uno por uno los registros:** Una vez asociados los registros, la aplicación solicitante envía uno por uno los registros a Sync, confirmando la recepción de cada registro y la aplicación solicitante con la confirmación de Sync marca el registro como enviado. Este proceso finaliza hasta que todos los registros han sido enviados y confirmados por el Sync. Ver ilustración 31.

Secuencia	idSyncService	Origen	Destino	Fecha	TramaDato	Orden
232	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	1
233	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	2
234	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	3
235	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	4
236	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	5
237	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	6
238	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:22	BLOB	7
239	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	8
240	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	9
241	367	APP	LAB	2017-12-17 18:45:23	BLOB	10

Ilustración 31 Registros del servicio de sincronización.

- Ejecución dinámica de los registros:** Una vez que todos los registros son recibidos, se marca el servicio de sincronización como listo para ser ejecutado, una tarea programada en la base de datos Horeb se activa cada 5 minutos buscando servicios de sincronización listos para ser aplicados y una vez que los encuentra los aplica ejecutando de manera dinámica los registros; si la información que se estaba sincronizado debe enviada al laboratorio, marca el servicio de sincronización para enviarlo a la aplicación web del laboratorio.

Para el caso específico de la sincronización de la aplicación web, se ha creado una aplicación desarrollada en java de tipo escritorio llamada Lazarus, la cual se encarga de consultarle a Sync si existen servicios de sincronización que deben llegar al laboratorio, los cuales consulta por medio de Sync, los obtiene y los aplica sobre la base de datos del laboratorio, además Lazarus se encarga de solicitar servicios de sincronización para resguardar en la nube la información generada en la aplicación web del laboratorio.

En resumen el objetivo 4 ha sido cumplido al haber brindado disponibilidad a las aplicaciones ante fallas de las redes de internet mediante un esquema distribuido de bases de datos que permite a las aplicaciones operar de manera independiente y la creación de un mecanismo que sincroniza la información generada en las aplicaciones.

4.2.5 Resultados Estadísticas.



Apoyar la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que genere automáticamente los informes de resultados de ensayos, las estadísticas de muestreadores y los reportes de muestreo a través de la aplicación web.



Ilustración 32 Representación objetivo específico 5.

Para cumplir el objetivo ilustrado en la Ilustración 32 fue necesario incorporar en la aplicación web y en la nube los informes de: resultados de ensayos, estadísticas de muestreadores y reporte de muestreo en campo.

4.2.4.1 Informe de resultados de ensayos.

El presente informe forma parte de la aplicación web, el cual permite exportar la información de los resultados de las muestras seleccionadas a un archivo de Excel, para posteriormente ser manejados según los formatos de informes que los clientes del laboratorio soliciten. Ver Ilustración 33.

Filtros ^ ↻ ✕

Cliente
 Servicio de Muestreo
 Grupo Consultar

Muestras ^ ↻ ✕

#	Consecutivo	Descripción	Fecha del servicio	Grupo	Acciones
✓	2017-A21	Tanque 4	23/07/2017	Grupo A	Acciones ▾
✓	2017-A22	Naciente 2	23/07/2017	Grupo A	Acciones ▾
✓	2017-A23	Tanque 3	23/07/2017	Grupo A	Acciones ▾

Ilustración 33 Selección de muestras informe de resultados de ensayos.

La generación de informes a la medida según las necesidades de los clientes permite al laboratorio brindar flexibilidad a los mismos y garantizar una rápida adaptación a los formatos requeridos.

4.2.4.2 Informe de estadísticas de muestreadores.

El presente informe forma parte de la aplicación web, el cual permite consultar la cantidad de muestras por tipo de muestras en un periodo específico para cada uno de los muestreadores, mostrándose en un gráfico de barras interactivo. Ver ilustración 34.

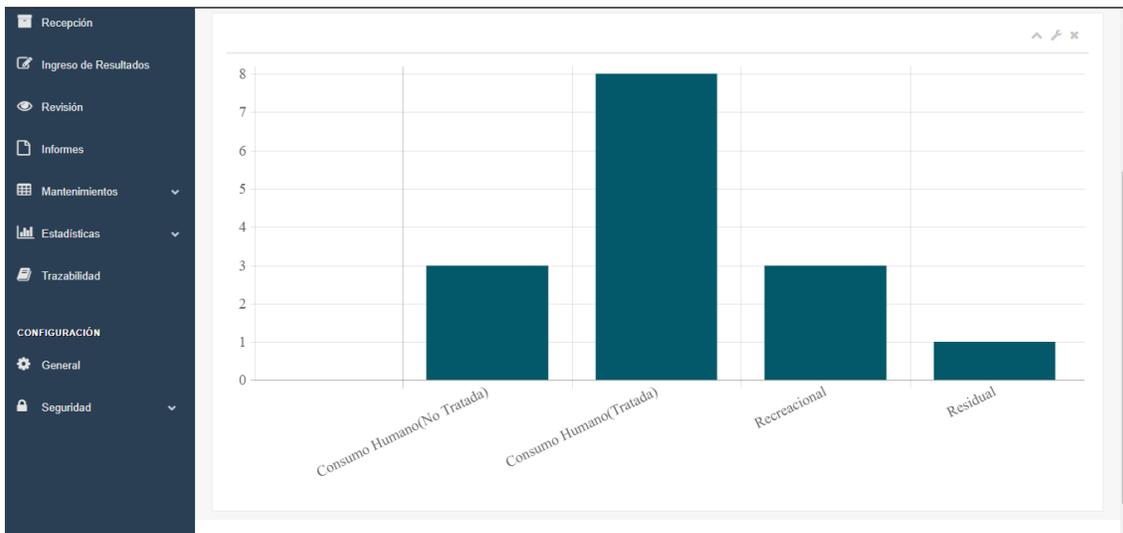


Ilustración 34 Estadísticas de muestreadores.

4.2.4.3 Reporte de muestreo en campo.

Los reportes de muestreo son aquellos que son entregados al cliente cuando el muestreo en campo finaliza, con el objetivo de garantizarle al cliente la cantidad de muestras y los ensayos que fueron solicitados y a su vez obtener la autorización del cliente para realizar el análisis en laboratorio.

Para automatizar los reportes de muestreo, se ha creado la aplicación java tipo web services: Samaritan, la cual se encarga del envío de correo electrónico y de la generación del reporte en formato PDF. Samaritan genera la información cuando Sync haya terminado de aplicar los servicios de sincronización y el servicio de muestreo asociado haya sido registrado en la nube correctamente; además provee un código automático único por cada registro para permitir la trazabilidad de la información. Ver la ilustración 35 sobre el correo que Samaritan envía al cliente por cada servicio de muestreo.



Ilustración 35 Correo reporte de muestreo en campo generado por Samaritan.

Ver el [Anexo#6 Reporte de muestreo en campo generado por Samaritan.](#)

En resumen el objetivo 5 ha sido cumplido al haber apoyado la toma de decisiones mediante reportes estadísticos que generan automáticamente los informes de los resultados de ensayos en las muestras recibidas, las estadísticas de los muestreadores y el reporte de muestreo entregados a los clientes por medio de la aplicación web.

4.3 Resultados complementarios.

Los resultados complementarios se componen de dos aspectos principales implementaciones de seguridad e implementaciones de la guía interactiva.

4.3.1 Implementaciones de seguridad.

4.3.1.1 Registro de control de dispositivos móviles.

Considerando que varias aplicaciones se encuentran expuestas en internet al ubicarse en la infraestructura de AWS, y que existe el riesgo de seguridad de la información, se realizó un registro de dispositivos autorizados de manera que las aplicaciones Sync, Pilgrim y Samaritan verifican que el dispositivo se encuentre autorizado antes de ejecutar algún método, si el dispositivo no se encuentra registrado rechaza por completo la solicitud entrante. Ver ilustración 36.

idDevice	DeviceName	androidVersion	Fecha	Estado
170234c5915599f5AUTHDEVICE	BLU NEO X	5.1	2017-11-09 02:17:27	A
2b28330e5d17a74bAUTHDEVICE	samsung SM-J700M	6.0.1	2017-12-20 03:46:56	A
a6be5dcc5b9a227eAUTHDEVICE	samsung SM-A500H	6.0.1	2017-10-21 04:19:21	A
MRypfyjvL2oi5sWRs/rqg==	PROBS	4	2017-07-24 02:26:17	A

Ilustración 36 Registro de dispositivos autorizados.

No obstante, la primera interacción de los dispositivos móviles sería rechazada por las aplicaciones web services debido a que no están registrados aunque sean dispositivos de confianza; por lo se les provee un código de descarga que expira cada 48 horas con el cual podrán registrar el dispositivo móvil y proceder con la autorización del dispositivo, ver ilustración 37.



Ilustración 37 Representación objetivo específico 5.

4.3.1.2 Esquema de encriptación.

La utilización de la computación en la nube podría aumentar la exposición al riesgo de sufrir ataques que afecten la integridad de la información. Con el objetivo de brindar protección a la información que viaja por el internet desde y hacia la nube se ha implementado un esquema de encriptación.

Los servicios de sincronización del mecanismo Sync son encriptados antes de ser enviados por medio del internet con los algoritmos AES y SHA2-512, cuando los servicios de sincronización entran a la base de datos se les aplica una segunda capa de encriptación, de manera que solamente las aplicaciones Sync y Lazarus pueden desencriptar la información para ser aplicada en las distintas bases de datos.

4.3.2 Implementaciones de guía interactiva.

Para brindarle una ayuda complementaria a los usuarios finales del laboratorio y al emprendimiento EcoCtrl, se ha creado una guía interactiva donde pueden consultar sobre el funcionamiento operativo y técnico de cada uno de los módulos de la aplicación móvil y la aplicación web del laboratorio. Ver ilustración 38.

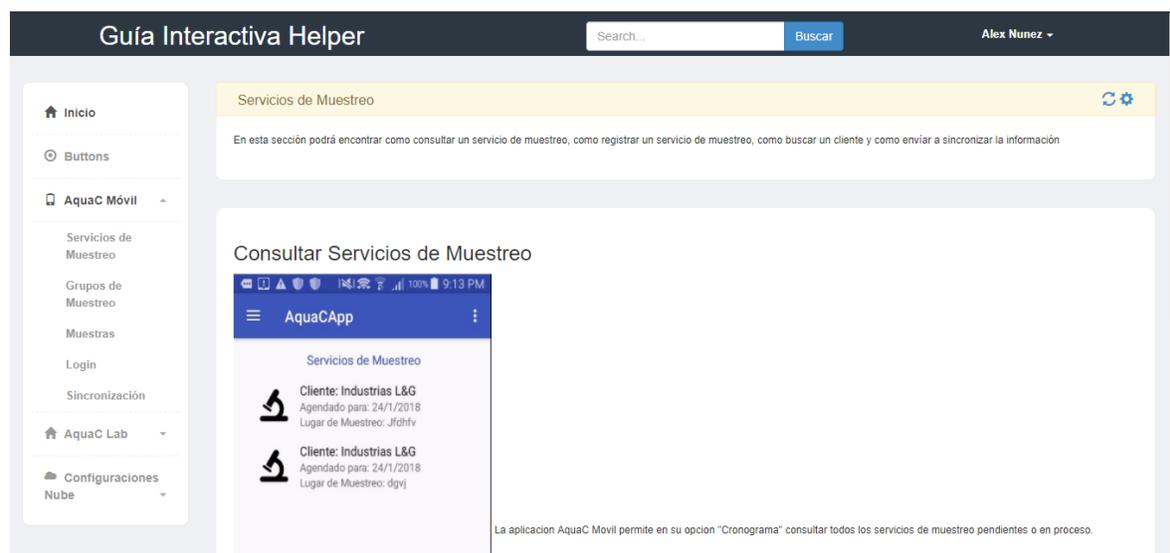


Ilustración 38 Guía interactiva.

Capítulo V – Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Luego de diseñar e implementar un sistema web para los procesos de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos, en el Instituto de Investigaciones en Salud, se concluye que:

- Se ha puesto en producción un conjunto de aplicaciones de informática, compuesta de una aplicación Android, un entorno de base de datos distribuido, una web de consulta y actualización, diseñada para la toma de muestras de agua en campo y el registro de características de la misma, permitiendo su disponibilidad gracias a que su diseño es autónomo. Disminuyendo el tiempo de respuesta y eliminando la transcripción de datos.
- Hay una correspondencia trazable y fidedigna entre cada muestra, su correspondiente ensayo de laboratorio y cada uno de los movimientos que involucran a la muestra, de una manera automatizada y consultable a través de la aplicación web.
- Se ha integrado el registro de resultados de ensayos a las muestras obtenidas en campo mediante una aplicación web que según los ensayos solicitados habilita el ingreso correspondiente y a su vez responde a la trazabilidad requerida para las muestras.
- Mediante un esquema de base de datos distribuidos y un mecanismo de sincronización, se consiguió independencia entre las partes de la solución, y la conciliación posterior de la información, dotando al sistema de resiliencia ante fallos de conexión de internet.
- Se resolvieron las necesidades más imperiosas de información, dotando al usuario de la capacidad de imprimir los datos relacionados a la toma de los datos (muestra) y los resultados posteriores. Así mismo, se puede cuantificar el avance de muestreo por cada muestreador.
- Además de las características necesarias para responder a los objetivos del proyecto de graduación, se realizaron acciones adicionales que complementan el sistema informático elaborado y que se relacionan principalmente con temas de seguridad. En este sentido, se realizaron validaciones de dispositivos y encriptación de los datos que cargan y descargan de la nube.

- Se ha conseguido crear una guía interactiva desarrollada donde se integra los manuales de usuario, manuales técnicos y manuales de instalación en una aplicación web donde se pueden consultar desde las configuraciones de las aplicaciones hasta el paso a paso de las funcionalidades de las mismas.

5.2 Recomendaciones

Luego de diseñar e implementar un sistema web para los procesos de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos, en el Instituto de Investigaciones en Salud, se recomienda que:

- Debido a que la aplicación desarrollada fue hecha para el sistema operativo móvil Android únicamente, se recomienda revisar la factibilidad de una versión de la aplicación móvil para el sistema operativo móvil de Apple.
- Analizar el futuro desarrollo de nuevos reportes estadísticos que ayuden al laboratorio a complementar las estadísticas actuales de la aplicación, conforme vaya madurando el uso de la misma y surjan nuevas necesidades.
- Analizar la realización de modelos de minería de datos, cuando la base de datos cuente con un volumen suficiente de información, para la detección de comportamientos y patrones que puedan ser de interés para el laboratorio.
- Se recomienda al emprendimiento de Ecoctrl, analizar la implementación de una aplicación que brinde soporte al proceso de atención de incidentes.
- Se recomienda al emprendimiento EcoCtrl analizar la implementación del proyecto en múltiples laboratorios de calidad de aguas.
- Se recomienda al emprendimiento EcoCtrl analizar la implementación y crecimiento de las aplicaciones desarrolladas para que incluyan otros tipos de análisis como: suelo, aire, alimentos y combustibles.

Glosario

Término	Significado
INISA	Instituto de Investigaciones en Salud
Ensayo	Prueba microbiológica o química aplicada a las muestras de aguas.
Muestra	Parte representativa del total de agua por analizar.
Trazabilidad	Serie de procedimientos que permiten dar el seguimiento a un producto específico.
Mockups	Diseño digital de segmentos (pantallas, páginas web, pantallas móviles) de una aplicación informática.

Bibliografía

- Agerfalk, P. J.; Eriksson, O. (2003) Usability in Social Action: Reinterpreting Effectiveness, Efficiency and Satisfaction. ECIS 2003 The 11th European Conference on Information Systems. Naples, Italy, June 19-21, 2003.
- Agile Alliance (2016). *Manifesto for Agile Software Development*. Recuperado de <https://www.agilealliance.org/agile101/the-agile-manifesto/>
- Álvarez, C. (2013). *Introducción a servicios REST*. Recuperado de <http://www.arquitecturajava.com/servicios-rest/>
- Amazon Web Services (2016). *Cloud Computing con Amazon Web Services*. Recuperado de <https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/>
- Android Studio (2016). *Conoce Android Studio*. Recuperado de <https://developer.android.com/studio/intro/index.html?hl=es-419>
- Borja, C. y Cuji, V. (2013). *Metodología para la Especificación de requerimientos de Software basado en el estándar IEEE 830-1998*. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5264/1/UPS-CT002757.pdf>
- Belmote, O. (2005). *Introducción al lenguaje de programación Java*. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32586117/introJava.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1518677060&Signature=wt2uofnv4R69PV26xFnFMUBmLtg%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIntro_Java.pdf

Cheje P. y Wismark R., (2009). Informática Forense. Recuperado de

http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31755419/RITS_3_INFORMATICA_FORENSE.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1489359755&Signature=e6kVVXkdu9ZN0U7Rxxkr%2FVa6DiRM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DRITS_3_INFORMATICA_FORENSE.pdf#page=42

Canós, J. y Letelier, P. y Penadés, M. (2003). Metodologías ágiles de desarrollo. *Jornada de Ingeniería del Software y Bases de Datos*. p. 2-3. Recuperado de

http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33257239/METODOLOGIAS_AGILES.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1474145303&Signature=rA8ywoAh8%2B5E4gj3g1jxtlqTacs%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMetodologias_Agiles_en_el_Desarrollo_de.pdf#page=9

Dillon A. y Morris M. (1999). Power, Perception and Performance: From Usability Engineering to Technology Acceptance with the P3 Model of User Response. Recuperado de

<http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/154193129904301901>

ECMA (2016). *ECMAScript 2016 Language Specification*. Recuperado de <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-262.pdf>

Eclipse (2016). *Desktop IDES*. Recuperado de <https://www.eclipse.org/ide/>

Fernández, Y. y Díaz, Y. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Telemática*, 11(1), 47-49.

Recuperado de <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele>

Fuentes, L.; Troya, J. y Vallecillo, A. (2016). *Desarrollo de software basado en componentes*.

Recuperado de <http://www.lcc.uma.es/~av/Docencia/Doctorado/tema1.pdf>

Gutiérrez Enríquez, F. (2016). *UCR avanza firme hacia el uso de software libre*. Recuperado de <http://www.migracion.ucr.ac.cr/noticias/ucr-avanza-firme-hacia-el-uso-de-software-libre>

GNU (2016). *Licencias*. Recuperado de <https://www.gnu.org/licenses/licenses.html>

GNU (2016). *¿Qué es el software libre?*. Recuperado de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

Hassan, Y. (2002). *Introducción a la Usabilidad*. Recuperado de http://www.nosolousabilidad.com/articulos/introduccion_usabilidad.htm

Hassan, Y. (2006). Factores del diseño web orientado a la satisfacción y no-frustración de uso. *Revista española de Documentación Científica*, 4(2), 239-257. Recuperado de <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/291/353>

Hernández, N. y Smith, A. (2014). Computación en la nube. *Revista Mundo FESC*, 2(8), 46-51. Recuperado de <http://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/48>

IEEE (2016). *IEEE at Glance*. Recuperado de http://www.ieee.org/about/today/at_a_glance.html#sect1

IEEE (2016). *830-1998 - IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. Recuperado de <https://standards.ieee.org/findstds/standard/830-1998.html>

INISA (2016). *Historia*. Recuperado de <http://www.inisa.ucr.ac.cr/acerca-de/historia.html>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). (2004). *Situación del Agua en Costa Rica: Resumen Ejecutivo*. San José.

Kaspersky (2014). *¿Qué es hash y cómo funciona?*. Recuperado de <https://latam.kaspersky.com/blog/que-es-un-hash-y-como-funciona/2806/>

- Lezcano, C., Mase, J., & Vázquez, F. (2006). Administración y visualización de datos. Software: AGUAS - LABQUIAM. FACENA, 22, 1-2.
- Luján, S. (2002). *Programación de aplicaciones web: historia, principios básicos y clientes web*. San Vicente: Editorial Club Universitario.
- Lutz, M. (2010). Learning Python, Fourth Edition. O'Reilly Media, Inc.
- Lavie, T.; Tractinsky, N. (2004). Assessing dimensions of perceived visual aesthetics of web sites. *International Journal of Human-Computer Studies*, 60 (3), 269-298.
- Montero V., Masís F., López G., Hernández A., Barboza K., Orozco J., Camacho J. y García F. (2011). Hallazgo de la bacteria *Helicobacter pylori* en agua de consumo humano y su relación con la incidencia de cáncer gástrico en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 24(3), 3-13. Recuperado de http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/143
- Morales, A. (2008). Estado del arte: Servicios Web. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Morville P. y Rosenfeld L. (2002). Information Architecture for the World Wide Web. Recuperado de <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~tonta/courses/fall2010/bby607/IAWWW.pdf>
- Netbeans(2017). ¿Qué es Netbeans?. Recuperado de https://netbeans.org/index_es.html
- MySQL (2016). *About MySQL*. Recuperado de <http://www.mysql.com/about/>
- OMS (2016). *Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud*. Recuperado de http://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/
- Oracle (2016). *Java EE*. Recuperado de <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/overview/index.html>
- Payara (2016). *What is Payara?*. Recuperado de <https://www.payara.fish/about>.
- Proyecto Estado de la Nación. (2002). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Octavo informe. San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- Proyecto Estado de la Nación. (2008). Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible: Decimocuarto informe. San José: Programa Estado de la Nación.

- Santiago, R.; Trbaldo, S.; Kamijo, M. y Fernández, A. (2015). *Mobile Learning nuevas realidades en el aula*. Barcelona: Editorial Océano.
- SEGU-INFO (2018). Criptología - Algoritmos Simétricos Modernos (Llave Privada). Recuperado de <https://www.segu-info.com.ar/criptologia/simetricos.htm>
- Silberschatz, A.; Korth, H. y Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos, cuarta edición*. Madrid: McGraw Hill.
- SQLite (2016). *About SQLite*. Recuperado de <https://sqlite.org/about.html>
- Sutherland, J. (2015). *Scrum*. Barcelona: Planeta.
- Treder, M. (2013). *Diseño UX para Startups*. California UXPin.
- Valverde, R. (2013). Disponibilidad, distribución, calidad y perspectivas del Agua en Costa Rica. *Revista Ambientales*, 45. 5-12.
- W3C (2016). *HTML y CSS*. Recuperado de <https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>
- W3C (2017). *Guía Breve de Servicios Web*. Recuperado de <https://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/ServiciosWeb>

Anexos

Eco Ctrl

Especificación de Requerimientos de Software Aqua C

Autor	Versión	Fecha de la Versión
Josías Ariel Chaves Murillo	Borrador	25/07/2016
Josías Ariel Chaves Murillo	Versión 1.0	11/09/2016

25 de Julio de 2016

Índice

Contenido

Índice.....	99
Descripción General.....	100
Supuestos y Dependencias.....	101
Requerimientos Funcionales.....	102
• Requerimientos de la App Móvil Aqua App	102
• Requerimientos de la App Web.....	109
Requerimientos No Funcionales	117
Requerimientos Comunes de Interfaces	119
Restricciones o Limitaciones.....	120
Evolución Previsible del Sistema	121

Descripción General

En este documento se puede encontrar todas las especificaciones técnicas para el desarrollo del producto AquaC de la compañía EcoCtrl, que consta de dos aplicaciones que trabajan en conjunto para solventar las necesidades de los laboratorios dedicados al muestreo de agua.

Se describirá los requerimientos funcionales, no funcionales, requerimientos comunes de interfaces, supuestos y dependencias, limitaciones y evolución previsible del sistema.

Los productos a entregar:

- AquaC App Móvil: Este producto será desarrollado en Android Studio con herramientas de software libre, bajo la arquitectura común de aplicaciones móviles.
- AquaC App Web: Este producto será una aplicación web desarrollada en Java usando Netbeans como IDE de desarrollo, bajo la arquitectura Modelo Vista Controlador, será implementada en un servidor de aplicaciones Payara.

Supuestos y Dependencias

Supuestos

- Se asume que los costos de desarrollo e implementación serán asumidos por el emprendimiento EcoCtrl.
- Los dispositivos móviles donde la aplicación funcionará tendrán como sistema operativo Android únicamente.
- El emprendimiento cuenta el dominio web para la implementación de los servicios web.
- El laboratorio cuenta la seguridad básica de acceso para el equipo físico que tendrá la aplicación web.

Dependencias

- El laboratorio cuenta con una maquina capaz de ejecutar la aplicación.
- El laboratorio cuenta con el equipo de red local para que la aplicación se ejecute correctamente.

Requerimientos Funcionales

- **Requerimientos de la App Móvil Aqua App**

Módulo de Configuraciones Primarias

Requerimiento	REQ01 Formatos	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Configuraciones Primarias
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe utilizar la coma para la separación de decimales. Se debe utilizar el formato de la fecha: dd/mm/aaaa.			
Justificación			
El laboratorio alinea sus estándares a normas internacionales.			

Requerimiento	REQ02 Consecutivos	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Configuraciones Primarias
Alex Núñez Mena		Estado	Modificado
Descripción			
Se debe utilizar el siguiente consecutivo para los códigos de muestra de la siguiente manera: 1) Año + letra "A" + "-" + número. (2017-A21). Además se debe configurar los consecutivos de los grupos de la siguiente manera: 1) Grupo + Letra (Grupo A).			
Justificación			
El laboratorio alinea sus estándares a normas internacionales.			

Módulo GPS

Requerimiento	REQ03 Posición GPS	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	GPS
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Establecer que la aplicación móvil registre la ubicación GPS del dispositivo, y registre los datos según los formatos internacionales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Grados decimales (GD): Latitud y Longitud. 2) Grados, minutos y segundos(GMS): <div style="text-align: center; border: 1px solid #ccc; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>GMS (grados, minutos, segundos)*</p> <p>Latitud <input type="radio"/> N <input checked="" type="radio"/> S 40 ° 42 ' 46.021 "</p> <p>Longitud <input type="radio"/> E <input checked="" type="radio"/> O 74 ° 0 ' 21.388 "</p> </div>			
Justificación			
<p>Cuando se registra una solicitud de servicio se puede pedir que se agregue un ensayo específico a los niveles de control por sospechas de contaminación de un agente químico, bacteriológico o mineral.</p>			

Módulo Perfil del Muestreador

Requerimiento	REQ04 Perfil del Muestreador	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Perfil Muestreador
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>La aplicación debe permitir el registro de la información del muestreador, con los siguientes datos: Nombre, apellidos, cédula, empresa, cédula jurídica, dos teléfonos, correo electrónico, foto, dirección (provincia, cantón, distrito y dirección exacta), Idiomas(español, inglés)</p>			
Justificación			
<p>El laboratorio debe conocer la información de sus muestreadores.</p>			

Módulo Servicios Muestreo

Requerimiento	REQ05 Servicios de Muestreo	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Servicios Muestreo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se deben ingresar los siguientes datos del servicio de muestreo:</p> <p>Información del cliente: Nombre del Cliente, correo electrónico, teléfono, dirección (Provincia, cantón, distrito, dirección exacta), en caso de que el cliente ya este registrado debe cargarla automáticamente y sino debe agregarlo como cliente nuevo.</p> <p>Información del muestreo: contacto/Responsable (no requerido), Fecha de muestreo, y continuar agregando campos según sea requerido (Ejemplo: Acueducto, red).</p> <p>Este requerimiento también estará disponibles desde la App Web.</p>			
Justificación			
La información de cada cliente y muestreo es necesaria para establecer una comunicación efectiva con el cliente sobre los servicios de muestreo realizados.			

Requerimiento	REQ06 Cronograma de Muestreo	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Servicios Muestreo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>La aplicación debe tener un calendario para mostrar los servicios de muestreo realizados, dicha vista debe poder verse de manera mensual, mostrando los muestreos que se encuentran programados, se debe permitir la opción de registrar servicios de muestreo desde el cronograma.</p>			

Este requerimiento también estará disponibles desde la App Web.
Justificación
Los muestreadores deben poseer una visión general de los servicios realizados y los programados.

Módulo Grupos de Muestreo

Requerimiento	REQ07 Grupos de Muestreo	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Grupos Muestreo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe poder registrar grupos de muestreo con la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grupo A (Consecutivo automático). • Cantidad de muestras • Tipo de muestra (Consumo humano, residual, piscina) • Selección de ensayos (escoger nivel: N1/N2/N3/N4, Lista de in situ, lista de Laboratorio, o ensayos independientes) • Tipo de muestreo(Simple, Compuesto) <p>Este requerimiento también estará disponibles desde la App Web.</p>			
Justificación			
Permite un control detallado de los grupos de muestras por entrar al laboratorio.			

Requerimiento	REQ08 Registro de Muestras	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Muestreo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe poder registrar la información de cada muestra asociada a un grupo de muestreo, se debe registrar la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción. • Temperatura (°C). • Cloro (mg/L). • pH. • Botella/Bolsa (numérico consecutivo) • Hora (automático). • Ubicación satelital de la muestra, mediante el GPS (automático). • Código de barras generado internamente. <p>Este requerimiento también estará disponibles desde la App Web.</p>			
Justificación			
Permite un control detallado de las muestras asignadas al laboratorio.			

Requerimiento	REQ09 Informe de Muestreo	Sistema	AquaC App
Solicitante		Módulo	Muestreo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe generar un informe con los siguientes datos en formato PDF:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información inicial del cliente • Detalle completo de los grupos de muestra recolectados. • Una descripción básica de cada muestra (# de botella, Descripción, hora de toma). • Muestreo realizado por: Mostrar Nombre del muestreador que posee la App. • Dicho Informe debe poseer un código único de numeración, código auto numérico. • Debe enviarse por correo al correo del contacto registrado en el servicio de muestreo. 			
Justificación			
<p>El cliente debe poseer un informe donde se detalle todo lo realizado en el servicio de muestreo.</p>			

- **Requerimientos de la App Web**

Módulo de Mantenimientos Generales

Requerimiento	REQ10 Mantenimiento de Ensayos	Sistema	AquaC Lab	
Solicitante			Módulo	Ensayos
Alex Núñez Mena			Estado	Registrado
Descripción				
<p>Se debe poder registrar la información de cada ensayo, con los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código único de ensayo. • Descripción del ensayo. • Unidad del ensayo. • Tipo de Ensayo. • Nivel de control por defecto (no querido). • Rango admisible(No querido) • Rango Inicial.(No querido) • Rango Final.(No Requerido) • Valor de Alerta. • Valor Máximo admisible. • Cantidad de resultados necesarios. • Estado(A=Activo, I=Inactivo). 				
Justificación				
Permite un control detallado de las muestras asignadas al laboratorio.				

Requerimiento	REQ11 Unidades	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Unidades
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe poseer un mantenimiento de las unidades utilizadas para cada ensayo. De forma predeterminada se utilizará el Sistema Métrico Internacional, debe llevar los siguientes campos: Código único de la unidad, descripción de la unidad y símbolo de la unidad(ejemplo: cm)			
Justificación			
Cada ensayo posee una unidad de medida diferente.			

Requerimiento	REQ12 Clientes	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Unidades
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe poseer un mantenimiento de clientes donde se registre la siguiente información: Nombre del cliente, correo electrónico, teléfono, dirección exacta(Provincia, Cantón, Distrito, dirección específica), tipo de cliente(Particular, entidad pública, entidad privada),			
Justificación			
Poseer la información de todos los clientes.			

Requerimiento	REQ13 Niveles de Control	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Niveles
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe poder configurar los niveles de control asignándoles un consecutivo según el reglamento (Ejemplo: N1, N2, N3). Deben estar de forma predeterminada los establecidos por el reglamento, la aplicación móvil debe permitir que los muestreadores puedan agregar o quitar ensayos de los diversos niveles.</p> <p>Los niveles de control deben llevar los siguientes campos: Código único de nivel, descripción de nivel, y estado (A= Activo, I=Inactivo).</p>			
Justificación			
<p>Cuando se registra una solicitud de servicio se puede pedir que se agregue un ensayo específico a los niveles de control por sospechas de contaminación de un agente químico, bacteriológico o mineral.</p>			

Módulo de Recepción de Muestras

Requerimiento	REQ14 Recepción de Muestras de la App	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Recepción
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe contar con una pantalla donde se muestren los servicios de muestreo enviados al laboratorio, con los siguientes campos: código único de servicio de muestreo, nombre del cliente, análisis solicitados, cantidad de muestras, nombre del muestreador y fecha de muestreo.</p>			

Se debe contar con dos opciones, eliminar el servicio de muestreo e Ingresar al laboratorio.
Justificación
Permite un control detallado de las muestras asignadas al laboratorio.

Requerimiento	REQ15 Generación Automática de códigos de Muestrea	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Recepción
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe generar un código alfanumérico de manera automática cuando las muestras son recibidas en laboratorio.			
Justificación			
Permite un control detallado de las muestras asignadas al laboratorio.			

Requerimiento	REQ16 Ingreso de Muestras	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Recepción
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe contar con una pantalla donde se ingresen las muestras al laboratorio se debe poder ver las muestras por grupo mostrando los siguientes campos: número de botella, hora del muestreo, descripción, temperatura, cloro y Ph.			
Se debe contar con tres opciones:			
<ul style="list-style-type: none"> • Una casilla que permita aprobar el ingreso al laboratorio. 			

- Una casilla que permita el rechazo de la muestra y un campo donde registrar el motivo del rechazo.
- Una opción de detalle donde habilite la opción para que el analista de laboratorio que recibe la muestras digite la temperatura, el cloro y el Ph.

Justificación

Permite un control detallado de las muestras asignadas al laboratorio.

Módulo de Aplicación de Ensayos

Requerimiento	REQ17 Ingreso de Resultados.	Sistema	AquaC Lab
Solicitante	Módulo		Aplicación Ensayos
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			
<p>Se debe contar con una opción que permita el ingreso de resultados de los ensayos leyendo el código de la muestra, dicha opción presentará los ensayos por aplicar según se hayan especificado en las opciones de registro de muestras, y presentará una opción para registrar los resultados para el Ensayo tomando en cuenta la cantidad de resultados registrados para el ensayo en el mantenimiento de ensayos.</p> <p>Se debe poder guardar el avance de la muestra y enviarla a revisión.</p>			
Justificación			
Permite acelerar el proceso de registro de los resultados de ensayos.			

Requerimiento	REQ18 Cálculo de resultados	Sistema	AquaC Lab
Solicitante	Módulo		Aplicación Ensayos
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			

Se debe contar con una opción donde se le permita al analista de laboratorio seleccionar el método de cálculo para el resultado final de la muestra, donde puede elegir entre promedio, media y mediana.

Justificación

Poseer una opción flexible de cálculo de resultados finales.

Módulo de Revisión de Muestras

Requerimiento	REQ19 Revisión de Muestras	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Revisión
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe contar con una opción que permita la revisión de los resultados emitidos, se presentará la siguiente información: número de muestra, fecha y hora del ingreso, fecha y Hora en la que se hizo el análisis, y el nombre del Analista de Laboratorio.</p> <p>Se debe contar con una opción aprobar la muestra, una opción para regresar la muestra a aplicación de ensayos y registrar el motivo de regreso, y una que presente el detalle de la misma: Ensayos aplicados, resultados por ensayo, grupo al que pertenece y nombre del cliente.</p>			
Justificación			
Poseer una opción de control sobre las muestras antes de emitirse el informe.			

Módulo de Emisión de Informes

Requerimiento	REQ20 Emisión de Informes Finales	Sistema	AquaC Lab
Solicitante		Módulo	Informes
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Se debe contar con una opción que permita la generación de informes finales de los resultados obtenidos y seleccionar cuales muestras se pueden agregar a un informe específico, dichos informes se puede generar por cliente, por grupo o por muestra. Se presentará la información: número de muestra, fecha y hora de ingreso, fecha del análisis, nombre del analista y una casilla para ingresarlo en el informe o no.</p> <p>Dichos datos deben ser exportados a Excel.</p>			
Justificación			

Los clientes piden agrupaciones de muestras por informe para presentar ante entes administrativos o de control.

Módulo de Trazabilidad

Requerimiento	REQ21 Seguimiento de Trazabilidad	Sistema	AquaC Lab
Solicitante	Módulo		Trazabilidad
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			
<p>El sistema debe poseer una opción donde se permita ver el seguimiento completo que tienen las muestras a manera de bitácora completa de trazabilidad. Se debe mostrar fecha y hora, acción realizada, aplicación donde se realizó, quien la realizó.</p> <p>Dicho seguimiento se puede consultar por muestra.</p>			
Justificación			
Permite un control de trazabilidad al laboratorio.			

Módulo de Estadísticas

Requerimiento	REQ22 Estadísticas Web	Sistema	AquaC Lab
Solicitante	Módulo		Estadísticas
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			
<p>El sistema debe generar automáticamente las siguientes estadísticas con los parámetros de fecha inicial y fecha final.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestras de agua ingresadas: Deberá mostrarse en gráfico de barras mostrando los siguiente datos: El total de muestras analizadas, y los tipos: Consumo humano, tratada, no tratada, residual, ambiental, piscinas, embotellada y establecimientos de salud. 			
Justificación			
Permite fortalecer la toma de decisiones.			

Requerimientos No Funcionales

Requerimientos de Seguridad

Requerimiento	REQ23 Acceso al sistema	Sistema	Todos
Solicitante	Tipo		Seguridad
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			
Tanto la aplicación móvil como la aplicación web local contarán con un inicio de sesión mediante usuario y contraseña, se contará con un mantenimiento de usuarios.			
Justificación			
Control de usuarios por parte de los administradores.			

Requerimiento	REQ24 Roles y Permisos	Sistema	AquaC Web
Solicitante	Tipo		Seguridad
Alex Núñez Mena	Estado		Registrado
Descripción			
La aplicación web contará con un mantenimiento de roles y permisos, donde se crearan los roles que se asignan a los usuarios, y los permisos que tiene cada rol. Información de Roles: código de Rol, nombre del rol y fecha de registro. Información de Permisos: Pantalla a la que tiene acceso, si puede consultar, si puede insertar, si puede editar y si puede eliminar.			
Justificación			
Control de usuarios por parte de los administradores.			

Requerimientos de diseño

Requerimiento	REQ25 Resolución y Letras	Sistema	AquaC App
---------------	---------------------------	---------	-----------

Solicitante	Tipo	Diseño
Alex Núñez Mena	Estado	Registrado
Descripción		
La aplicación móvil deberá adaptarse a la resolución de los dispositivos del mercado, y adaptar el tamaño de la letra para ser legible según la resolución.		
Justificación		
Evitar conflictos con los usuarios finales.		

Requerimientos de Respaldo

Requerimiento	REQ26 Base de datos global	Sistema	AquaC App
Solicitante		Tipo	Respaldo
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
Se debe poseer una base de datos en la nube donde se respalde toda la información enviada por los dispositivos móviles y la generada por el laboratorio mediante la aplicación web.			
Justificación			
Salvaguardar la información en casos de fallos en el equipo o estructura de red.			

Requerimientos Comunes de Interfaces

Requerimiento	REQ27 Mecanismo de control dispositivos	Sistema	AquaC App
Solicitante		Tipo	Interfaz Software
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Crear un servicio web que permita la descarga de la aplicación mediante un código alfanumérico asignado por el laboratorio al muestreador, con tiempo de vencimiento de 24 horas, dicho código de descarga se digitará en la dominio web del emprendimiento destinada al servicio de descargas.</p>			
Justificación			
<p>Evitar que la aplicación sea instalada por terceros no autorizados.</p>			

Requerimiento	REQ28 Mecanismo de envío de información	Sistema	AquaC App
Solicitante		Tipo	Interfaz Software
Alex Núñez Mena		Estado	Registrado
Descripción			
<p>Crear un servicio web que permita el envío de la información registrada en los dispositivos móviles para ser enviada al laboratorio, la información enviada será: Clientes, servicios de muestreo, grupos de muestreo, muestras y ensayos por aplicar.</p>			
Justificación			
<p>Proveer un mecanismo para conectar la información de los muestreadores con el laboratorio.</p>			

Restricciones o Limitaciones

Limitaciones:

- Las aplicaciones están diseñadas para funcionar sin dependencia del internet, sin embargo, para la sincronización y respaldo es necesario tener una conexión a internet, el sistema está limitado a que sin dicha condición no se puede sincronizar ni respaldar la información.

Restricciones:

- Debido a la naturaleza de la aplicación móvil, no se encontrará disponible para descargar desde Google Play.
- La primera versión del sistema AquaC es completamente gratuita.

Evolución Previsible del Sistema

El sistema de AquaC posee información que puede permitir tres evoluciones al sistema: la creación de aplicaciones para otro tipo de público, una plataforma de análisis ambiental y una fuente de información confiable para investigadores.

La creación de aplicaciones para otro tipo de público es posible con la información almacenada, ya que la información que alimenta las aplicaciones de AquaC proviene de distintos orígenes de y de distintos entornos, por ejemplo, se podría desarrollar una aplicación para que los clientes puede consultar y observar con detalle el proceso de las muestras que entregaron al laboratorio.

La construcción futura de una plataforma completa de análisis de información ambiental, específicamente, en el estado de las aguas es posible ya se cuenta con información confiable de los entes microbiológicos y fisicoquímicos que afecta las fuentes de agua potable del país, y se podría extraer información valiosa con técnicas de minería de datos.

Los investigadores podrían contar con una fuente de información confiable y estructurada que puede consultarse con autorización del laboratorio para la generación de investigaciones en el estado de las aguas.



**ESPECIFICACIÓN
DE PROTOTIPOS
AQUAC MOVIL Y
LAB**

Índice

Contenido

Índice	123
Descripción General	124
Prototipos AquaC Móvil.....	125
Prototipos AquaC Lab.....	133

Descripción General

Este documento es una descripción de los prototipos de pantallas para las aplicaciones AquaC Móvil y AquaC Lab.

Una de las consideraciones que se deben conocer para comprender los siguientes prototipos es que los mismos pueden cambiar durante el desarrollo de las aplicaciones ajustándose a las verdaderas necesidades por los resultados durante la prueba.

En caso de presentarse problemas, dudas o consultas no dude en contactarse con el técnico especialista asignado al proyecto.



Ing. Josías Ariel Chaves Murillo.



8623-2509



jchaves@ecoctrl.com

Prototipos AquaC Móvil

Perfil muestreador

☰ Perfil ☰

INFORMACIÓN DEL PERFIL



 Nombre Completo

 Número de Cédula

 Empresa donde labora?

 Cédula Jurídica

 Número de Teléfono  Número de Teléfono

 Correo Electrónico

 Provincia — Cantón — Distrito

Dirección Exacta

 Idiomas ?



Login



Correo Electrónico

Contraseña

Login

[Registrarse](#) [Olvidaste tu contraseña?](#)

Servicio de muestreo

 **Nuevo Servicio de Muestreo** 

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

 **Cliente** 

 **Correo Electrónico**

 **Teléfono**

 **Provincia** — **Cantón** — **Distrito**

Dirección Exacta

INFORMACIÓN DEL MUESTREO

 **Contacto/Responsable**

 **Fecha del Muestreo**

 **Agregar otro dato**



Grupo de muestreo

 Grupos de Muestreo 

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL GRUPO

 Grupo A

 Cantidad de muestreas

 Tipo de Muestreo 

 Tipo De Muestra 

SELECCIÓN DE ENSAYOS

 Seleccione los ensayos por aplicar  **Agregar**

Ensayos por Aplicar

Ensayos In Situ

Ensayos N1

Plaguicidas organoclorados

Haciendo muestreo a ICE, #1 del día 

Menú lateral



Alex Núñez Mena
INISA

Muestreo

-  Cronograma de Muestreo
-  Grupos
-  Informes
-  Estadísticas

Parámetros

-  Niveles
-  Ensayos

-  Configuración
-  Perfil
-  Sincronización

Acerca de EcoCtrl

Muestras

 Muestras 

Muestra 1 de 10

 A001  Grupo A  10:33 am

 Descripción de la muestra

 Temperatura

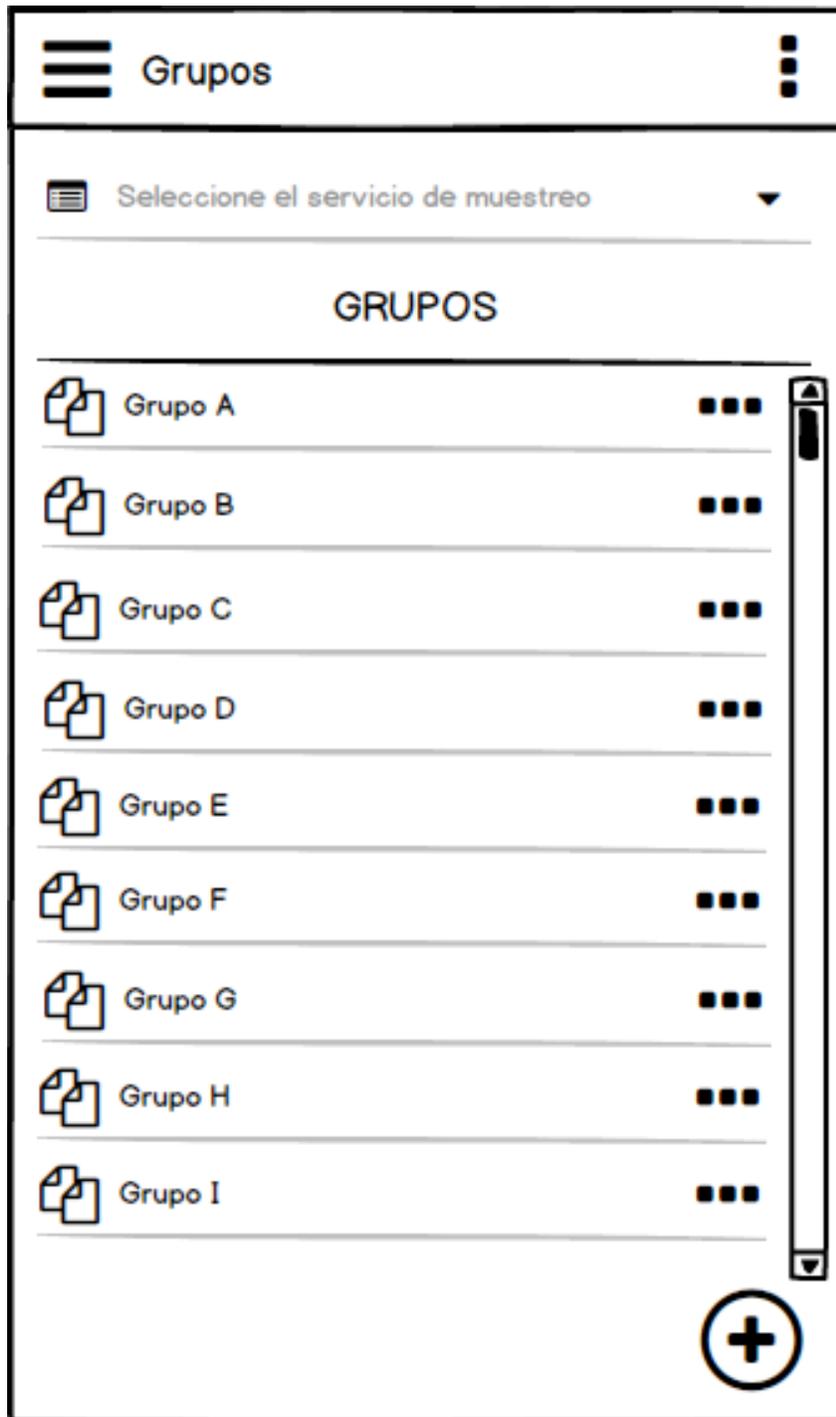
 Cloro

 Ph

 Número de Botella

Haciendo muestreo a ICE, #1 del día 

Consultas de grupo



Cronograma de muestreo

☰ Cronograma de Muestreo
⋮

◀ AUGUST 2016 ▶

S	M	T	W	T	F	S
31	1	2	3	4	5 📍	6 📍
7	8 📍	9 📍	10 📍	11	12	13
14	15	16	17	18 📍	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29 📍	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

⊕

Prototipos AquaC Lab

Recepción de muestras

A Web Page

Alex Nuñez

Consecutivo

Cliente

Muestreador

Fecha / /

Recepción de Muestras

# Consecutivo	Cliente	Análisis Solicitados	Cantidad de Muestras	Muestreador	Fecha Muestreo		
1234	Universidad Nacional	N1	200	Enrique Guzmán Solís	10/Jun/2016 9:30 AM		
1235	ESPH	N1	82	Marlene Artavia	10/Jun/2016 10:32 AM		
1236	Asoda Liberia	N1	35	Eddy Murillo	11/Jun/2016 11:59 AM		
1237	AyA	N1 Plagüicidas	10	Eddy Murillo	11/Jun/2016 1:00 PM		
1238	Asoda San Pedro	N1 N2	5	Enrique Guzmán Solís	11/Jun/2016 4:18 PM		

Recepción

Ingreso de Resultados

Revisión

Informes

Montenimientos

Estadísticas

Configuración

Aprobación

<http://192.168.1.18080>

A Web Page

Alex Nuñez

Recepción de Muestras

Grupo A

# Botella/Bolsa	Hora de Muestreo	Descripción	Temperatura C	Cloro (mg/L)	pH	Aceptor	Rechozar
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

◀ Grupo Anterior
Grupo A
Grupo Siguiente ▶

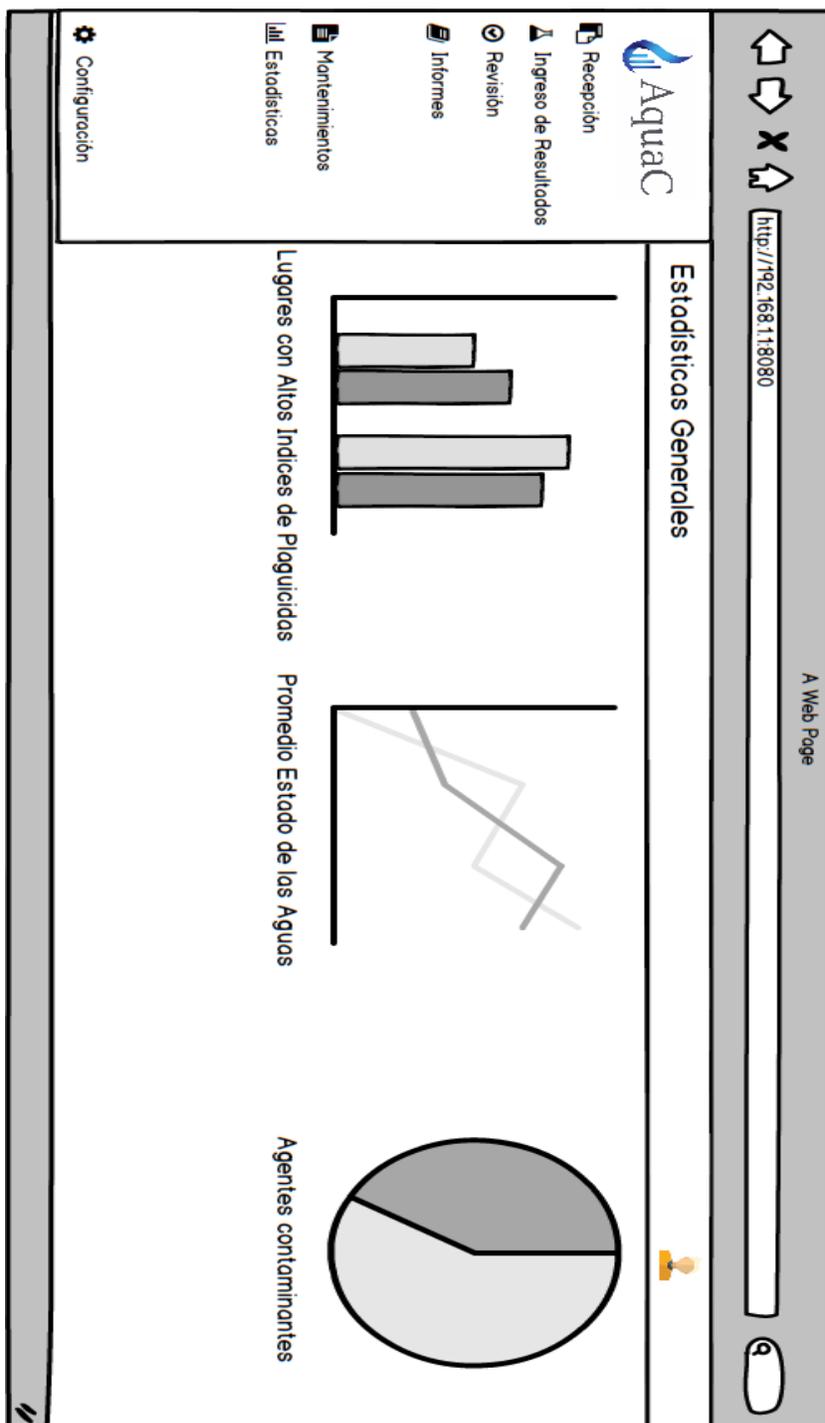
Recibir
Cancelar

Imprimir códigos de barras

- Recepción
- Ingreso de Resultados
- Revisión
- Informes
- Mantenimientos
- Estadísticos

Configuración

Estadísticas



Ingreso de resultados

A Web Page

http://192.168.1.18080

Ingreso de Resultados

Código de Muestra

Leyendo por código de Barras

Resultados para El Ensayo: Escherichia Coli

Ensayos por Aplicar

Microbiológicos	Fisicoquímicos
Escherichia Coli	Cloro Residual
Coliformes Fecales	Temperatura
Coliformes Totales	pH
	Turbiedad
	Conductividad
	Color
	Olor

Consecutivo	Resultado NMP
Resultado 1	2 NMP
Resultado 2	4 NMP
Resultado 3	2 NMP
Resultado 4	6 NMP
Resultado 5	2 NMP
Resultado 6	7 NMP

+ Nuevo Resultado

- Recepción
- Ingreso de Resultados
- Revisión
- Informes
- Mantenimientos
- Estadísticas
- Configuración

Ingreso de resultados manual

http://192.168.1.18080

A Web Page

Ingreso de Resultados Manual

Recepción

Ingreso de Resultados

Revisión

Informes

Mantenimientos

Estadísticas

Configuración

Cliente

Grupo

Fecha

# Botella/Bolsa	Hora de Muestreo	Descripción	Temperatura C	Cloro (mg/L)	pH	Ingresor	Resultados
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕
1	11:34	Tanque 4	12	0.34	1		⊕

◀◀ Grupo Anterior

Grupo A

Grupo Siguiente ▶▶

Revisión y Aprobación

A Web Page

Recepción
Ingreso de Resultados
Revisión
Informes
Mantenimientos
Estadísticas
Configuración

Revisión

Cliente

Grupo

Grupo A

Alex Nuñez

# Muestra	Fecha/Hora Ingreso	Fecha Anali	Analista	Aprobar	Ver Detalle
1234890	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Aroyo	<input type="checkbox"/>	
1234891	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Aroyo	<input checked="" type="checkbox"/>	
1234892	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Aroyo	<input type="checkbox"/>	
1234893	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Aroyo	<input checked="" type="checkbox"/>	
1234894	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Antonietta del Rio	<input type="checkbox"/>	
1234895	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Antonietta del Rio	<input type="checkbox"/>	

← Grupo Anterior

Grupo A

Aprobar

Grupo Siguiente →

Cancelar

Emisión de informes

<http://192.168.1.18080>

A Web Page

Alex Nuñez

- Recepción
- Ingreso de Resultados
- Revisión
- Informes
- Montenimientos
- Estadísticos
- Configuración

Emisión de Informes

Cliente

Grupo

# Muestra	Fecha/Hora Ingreso	Fecha Analisis	Analista	Incluir Informe
1234890	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Arayo	<input type="checkbox"/>
1234891	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Arayo	<input checked="" type="checkbox"/>
1234892	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Arayo	<input type="checkbox"/>
1234893	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Pablo Arayo	<input checked="" type="checkbox"/>
1234894	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Antonietta del Rio	<input type="checkbox"/>
1234895	03/02/2016 11:34	04/02/2016	Antonietta del Rio	<input type="checkbox"/>

Vista Previa

Generar PDF

Enviar

Cancelar



**DESCRIPCIÓN DE
ESTANDARES Y
ESQUEMAS DE
BASES DE DATOS**

Índice

Contenido

Índice	141
Descripción General	142
Estándares de la base de datos	143
Esquemas de base de datos	145

Descripción General

Este documento es una descripción de los estándares y esquemas de bases de datos implementados para las aplicaciones AquaC Móvil y AquaC Lab.

Una de las consideraciones que se deben conocer para comprender los siguientes esquemas es que algunas llaves foráneas han sido intencionalmente eliminadas para optimizar el rendimiento de la aplicación.

En caso de presentarse problemas, dudas o consultas no dude en contactarse con el técnico especialista asignado al proyecto.



Ing. Josías Ariel Chaves Murillo.



8623-2509



jchaves@ecoctrl.com

Estándares de la base de datos

Estándares para las tablas

1. Todas las tablas que sean de uso exclusivo de la aplicación aquaC Móvil o Aquac Lab deberán llevar al inicio de su nombre la palabra reservada "aqc_".
2. Las tablas asociadas al mecanismo de sincronización Sync deberán llevar al inicio de su nombre la palabra reservada "sync_".
3. Las tablas que contengan información que pueda ser usada por cualquier aplicación deberán llevar al inicio de su nombre la palabra reservada "ecc_".

Estándares para procedimientos almacenados

1. Todos los procedimientos almacenados deberán contener en las primeras iniciales las letras "sp".
2. Seguidamente de las letras se debe agregar la acción a la que hace referencia el procedimiento.
3. Seguidamente de la acción se debe agregar el nombre de la tabla sin las letras reservadas "aqc_".
4. Tanto la acción como el nombre de la tabla deben llevar la inicial en mayúsculas, el resto del nombre del procedimiento deben ir en minúscula.

Tabla de Acciones permitidas

Acción de Bases de datos	Nombre de la acción para el procedimiento
Insert	Insertar
Update	Modificar
Select	Consultar
Delete	Eliminar

Estándares para los parámetros de los procedimientos almacenados

1. Los parámetros de los procedimientos almacenados deben llevar una letra "p" antes del nombre.

2. Los tipos de los parámetros deben coincidir en tamaño y tipo con el campo de la tabla al que hacen referencia.

Estándares para el Query

1. Para el caso de los Insert Los id de las tablas son generados por una función llamada "fcSiguienteID" que recibe como parámetro el nombre de la tabla.
2. A los id que devuelve la función fcSiguienteID, se le debe concatenar las tres primeras letras en mayúscula de la tabla seguidas de un guion. Ejemplo: "CLI-" haciendo referencia a la tabla "aqc_clientes".
3. Las tablas que contengan el campo estado, deben llevar en su sentencia insert el valor por defecto de "A".
4. Las tablas que contengan el campo idLab, deben llevar en su sentencia insert el valor por defecto de "LAB-01".

Nota: En caso de que las iniciales de los id coincidan con los de otra tabla, se pueden utilizar letras que se vuelvan representativas a la información que tiene la tabla.

Caso práctico.

Se debe realizar el procedimiento almacenado para insertar en la tabla "aqc_categorias".

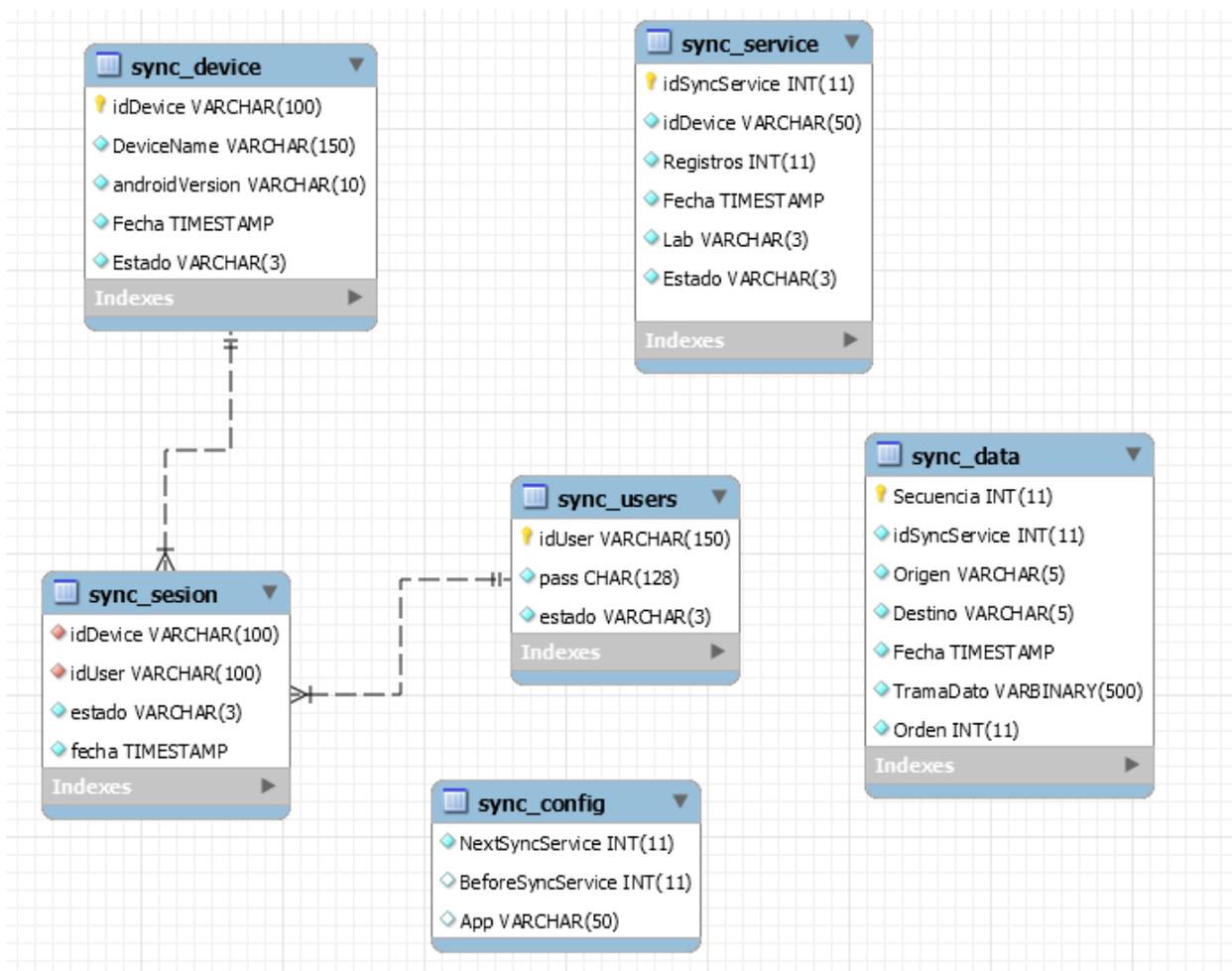
EL procedimiento debe quedar como lo muestra la imagen:

```
CREATE DEFINER=`root`@`localhost` PROCEDURE `spInsertarCategoria`(IN `pCategoria` VARCHAR(10))
  COMMENT 'Procedimiento para insertar categorias'
]BEGIN
  INSERT INTO
    Neguev.aqc_categorias(idCategoria,idLab,categoria,estado)
  VALUES
    (CONCAT("CAT-",fcSiguienteID("aqc_categorias")), "LAB-01",pCategoria,"A");
END
```

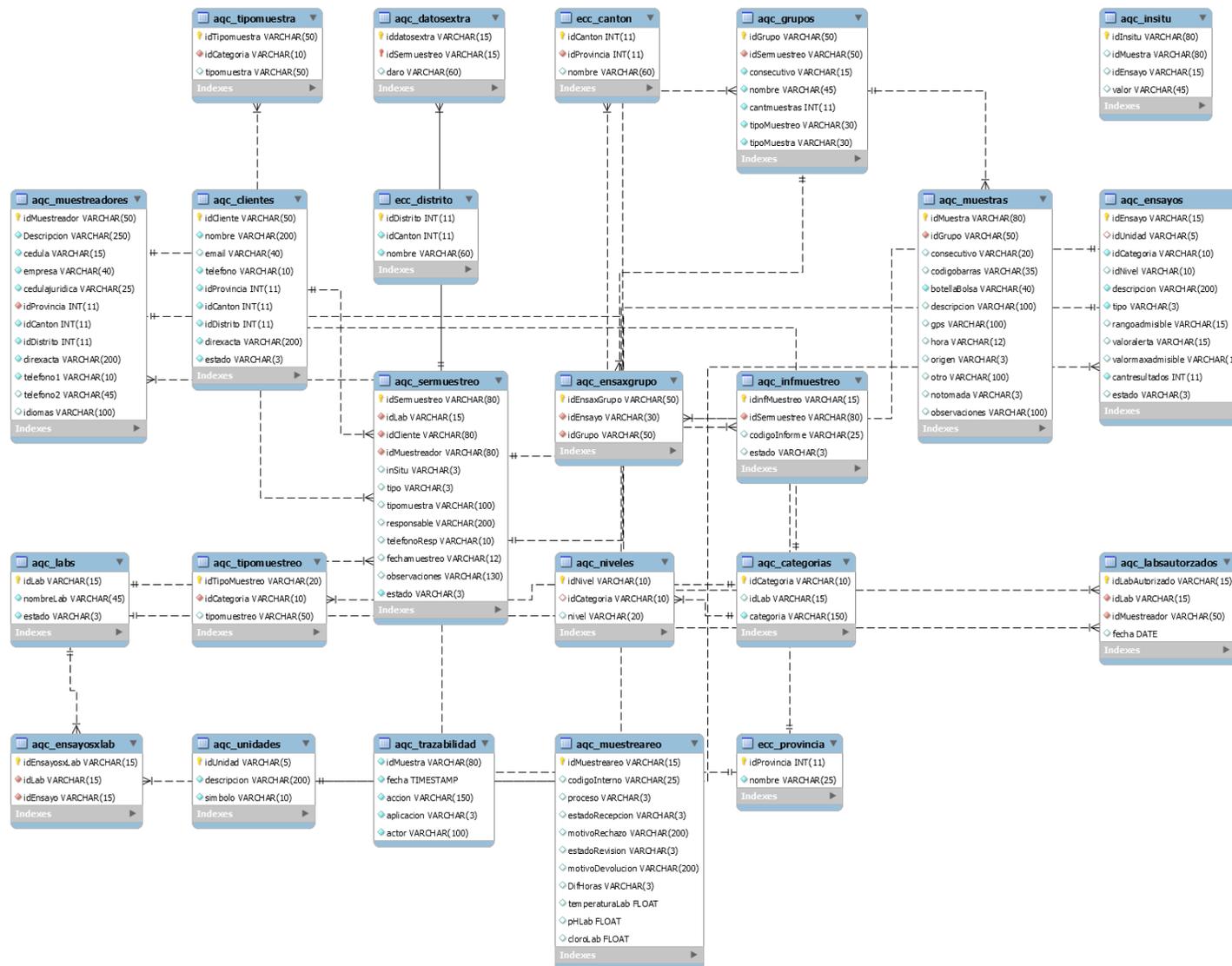
Esquemas de base de datos

A continuación se podrán observar los esquemas de las bases de datos: Ararat, Horeb, Neguev y base de datos móviles.

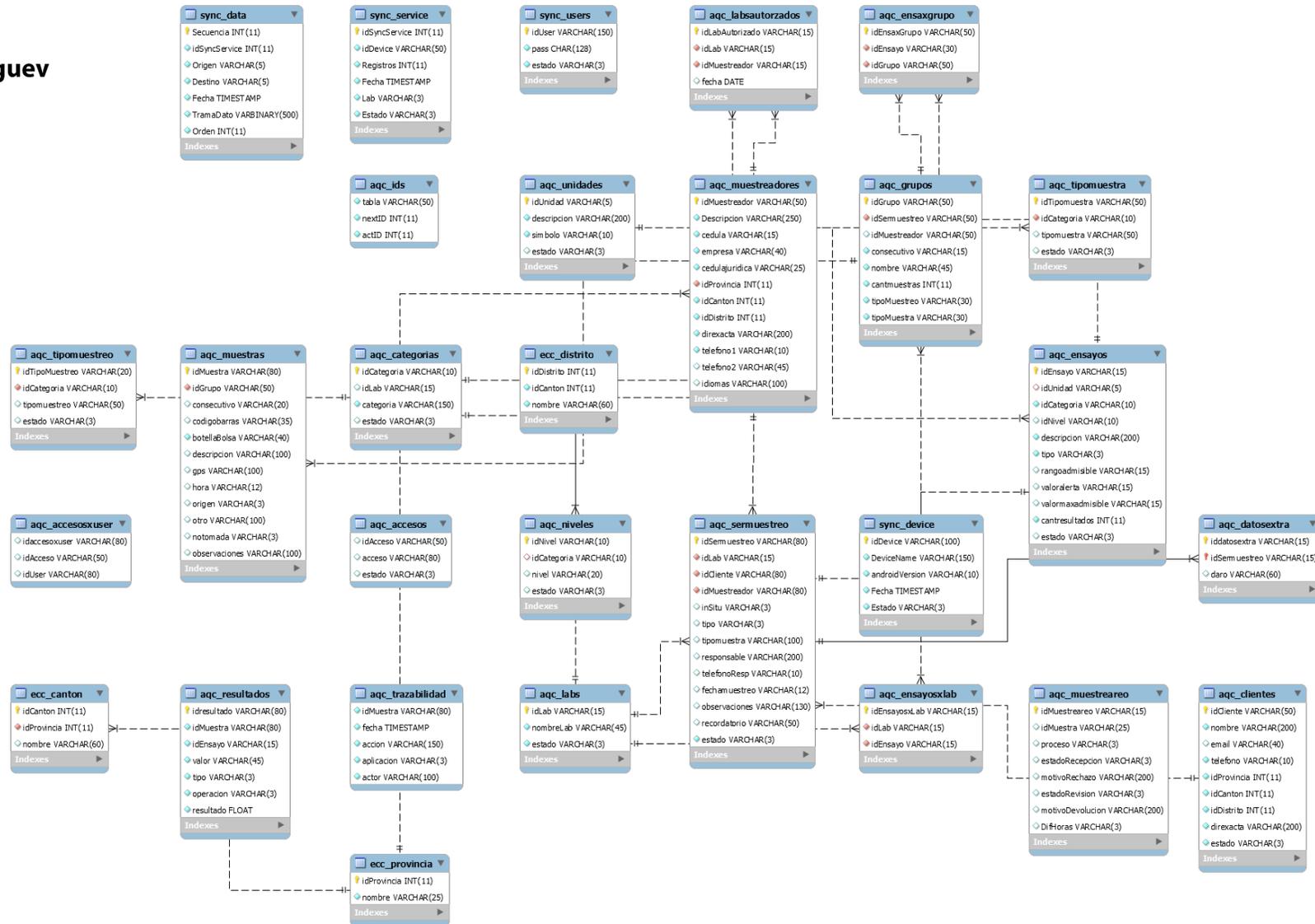
Ararat



Horeb



Neguev



Móvil

AQC_ENSAYOS	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDUNIDAD: TEXT(0, 0)
	DESCRIPCION: TEXT(0, 0)
	TIPO: TEXT(0, 0)
	CATEGORIA: TEXT(0, 0)
	NIVEL: TEXT(0, 0)
	RANGOADMISIBLE: TEXT(0, 0)
	RANGOINICIAL: TEXT(0, 0)
	RANGOFINAL: TEXT(0, 0)
	VALORALERTA: TEXT(0, 0)
	VALORMAXADMISIBLE: TEXT(0, 0)
	CANTRESULTADOS: INTEGER(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_SERMUESTREO	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDCLIENTE: TEXT(0, 0)
	IDMUESTREADOR: TEXT(0, 0)
	IDLAB: TEXT(0, 0)
	RESPONSABLE: TEXT(0, 0)
	FECHAMUESTREO: TEXT(0, 0)
	TIPOMUESTRA: TEXT(0, 0)
	OBSERVACIONES: TEXT(0, 0)
	INSITU: TEXT(0, 0)
	TIPO: TEXT(0, 0)
	TELEFONORESP: TEXT(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_GRUPO	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDSERMUESTREO: TEXT(0, 0)
	CONSECUTIVO: TEXT(0, 0)
	NOMBRE: TEXT(0, 0)
	CANTMUESTREAS: INTEGER(0, 0)
	TIPOMUESTREO: TEXT(0, 0)
	TIPOMUESTRA: TEXT(0, 0)

AQC_UNIDADES	
	ID: TEXT(0, 0)
	DESCRIPCION: TEXT(0, 0)
	SIMBOLO: TEXT(0, 0)

AQC_MUESTRAS	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDGRUPO: TEXT(0, 0)
	BOTELLA: INTEGER(0, 0)
	DESCRIPCION: TEXT(0, 0)
	OTROMUESTREADOR: TEXT(0, 0)
	NOTOMADA: TEXT(0, 0)
	OBSERVACIONES: TEXT(0, 0)
	GPS: TEXT(0, 0)
	HORA: TEXT(0, 0)
	ORIGEN: TEXT(0, 0)

AQC_CLIENTES	
	ID: TEXT(0, 0)
	NOMBRE: TEXT(0, 0)
	EMAIL: TEXT(0, 0)
	TELEFONO: TEXT(0, 0)
	IDPROVINCIA: INTEGER(0, 0)
	IDCANTON: INTEGER(0, 0)
	IDDISTRITO: INTEGER(0, 0)
	DIREXACTA: TEXT(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_DATATOSYNC	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDSYNCSERVICE: INTEGER(0, 0)
	IDSERMUESTREO: TEXT(0, 0)
	DATA: TEXT(0, 0)
	ORIGEN: TEXT(0, 0)
	DESTINO: TEXT(0, 0)
	ORDEN: TEXT(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_TIPOSMUESTRAS	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDCATEGORIA: TEXT(0, 0)
	TIPOMUESTRA: TEXT(0, 0)

AQC_INFNUMESTREOS	
	ID: TEXT(0, 0)
	CODIGOINFORME: TEXT(0, 0)
	IDSERMUESTREO: TEXT(0, 0)
	EMAIL: TEXT(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_INSITU	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDENSAYO: TEXT(0, 0)
	IDMUESTRA: TEXT(0, 0)
	VALOR: TEXT(0, 0)

AQC_CATEGORIAS	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDLAB: TEXT(0, 0)
	CATEGORIA: TEXT(0, 0)

AQC_ENSAXGRUPO	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDENSAYO: TEXT(0, 0)
	IDGRUPO: TEXT(0, 0)

AQC_ENSAXLAB	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDLAB: TEXT(0, 0)
	IDENSAYO: TEXT(0, 0)

AQC_LABS	
	ID: TEXT(0, 0)
	NOMBRELAB: TEXT(0, 0)
	ESTADO: TEXT(0, 0)

AQC_NIVELES	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDCATEGORIA: TEXT(0, 0)
	NIVEL: TEXT(0, 0)

AQC_TIPOMUESTREO	
	ID: TEXT(0, 0)
	IDCATEGORIA: TEXT(0, 0)
	TIPOMUESTREO: TEXT(0, 0)

ECC_CANTONES	
	ID: INTEGER(0, 0)
	IDPROVINCIA: INTEGER(0, 0)
	CANTON: TEXT(0, 0)

ECC_DISTRITOS	
	ID: INTEGER(0, 0)
	IDCANTON: INTEGER(0, 0)
	DISTRITO: TEXT(0, 0)

ECC_PROVINCIAS	
	ID: INTEGER(0, 0)
	PROVINCIA: TEXT(0, 0)

Simulación 1 – INISA

La prueba a realizar consiste en la simulación de un muestreo múltiple realizado por el Instituto de Investigaciones en Salud de la UCR, donde se busca homologar las condiciones logísticas de un proceso de muestreo.

El objetivo principal de la simulación, es evaluar la efectividad y la eficiencia del uso de la App AquaC de la empresa EcoCtrl, para un posterior análisis de sus principales beneficios y las oportunidades de mejora correspondientes.

Las características generales de la simulación, son las siguientes:

- i. El cliente es proveedor de servicios públicos de agua, para varios cantones de la GAM.
- ii. Se realiza como un único servicio de muestreo.
- iii. Comprende 3 zonas geográficas de la GAM.
- iv. Cada zona geográfica posee múltiples puntos de muestreo.
- v. Se realiza con tres equipos de trabajo de dos personas por cada equipo, uno de ellos es el muestreador del INISA y el otro es un representante del cliente.
- vi. Incluye muestras de agua para consumo humano (ACH) y aguas residuales (AR).
- vii. La calendarización e inclusión del muestreo en la App AquaC, se realizó de forma previa a la visita *in situ*.
- viii. Cada muestreador tiene un dispositivo móvil con la App AquaC instalada y se encuentran autorizados como muestreadores del INISA.
- ix. El cliente desea un único informe de muestreo.

Descripción de los puntos de muestreo, donde cada zona geográfica estará determinada por cada uno de los módulos del INISA.

Zona A (módulo 1)		Zona B (módulo 2)		Zona C (módulo 3)	
Sala de reuniones #2	ACH	Lab. #1	ACH	Comedor	AR
Baño de hombres	ACH	Lab. #2	ACH	Baño hombres	ACH
Baño accesibilidad ley 7600	ACH	Baño de mujeres	ACH	Lab. Citogenética	ACH
Consultorio	ACH	Sala de lavado	AR	Lavabo de pasillo	ACH

Equipos de trabajo

1. Erick Morales (muestreador), Kenia Barrantes (cliente)
2. Luz Chacón (muestreador), Erick Cordero (cliente)
3. José Pablo (muestreador), Melissa Mora (cliente)



**MANUAL DE
INSTALACIÓN DE
MODIFICACIONES
AQUAC LAB**

Índice

Contenido

Índice.....	151
Descripción General.....	152
Montaje de la app en el servidor de aplicaciones.....	153
Ejecución de las modificaciones a la base de datos.....	155

Descripción General

Este documento es una guía paso a paso de cómo instalar las modificaciones de la aplicación conocida como AquaC Lab, se divide en dos segmentos principales:

- Montaje de la app en el servidor de aplicaciones: Este segmento explica como publicar la aplicación web en el servidor principal instalado en el INISA.
- Ejecución de modificaciones a la base de datos: Este segmento explica como ejecutar las modificaciones a la base de datos necesarias para que la aplicación web funcione adecuadamente.

En caso de presentarse un resultado no esperado en alguno en de los pasos de la guía no dude en contactarse con el técnico especialista.



Ing. Josías Ariel Chaves Murillo.



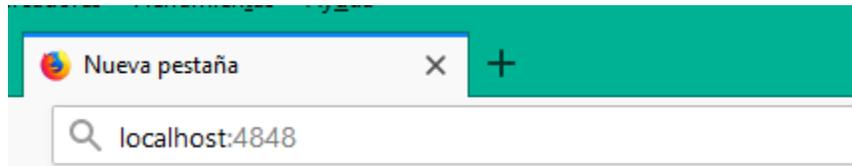
8623-2509



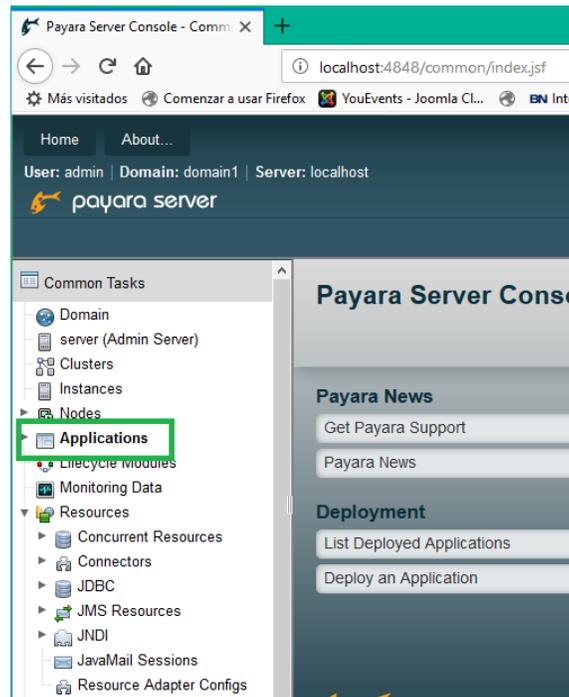
jchaves@ecoctrl.com

Montaje de la app en el servidor de aplicaciones

1. Desde el servidor donde está instalada la aplicación, abrir el navegador y colocar la siguiente dirección <http://localhost:4848>, y esperar a que cargue la consola de administración.



2. Dar click en la opción del menú "Applications" de la consola de administración.



3. Una vez cargado el menú de "Applications", se desplegará el menú donde se verá la aplicación "AquaLab", se debe dar click en la opción "Redeploy".

Applications

Applications can be enterprise or web applications, or various kinds of modules. Restart an application or module by clicking on the reload link, this action will apply only to the targets that the application or module is enabled on.

Select	Name	Deployment Order	Deployment Time (Milliseconds)	Enabled	Engines	Action
<input type="checkbox"/>	AquaLab	100	8548	✓	web	Launch Redeploy Reload

- Una vez cargada la opción de “Redeploy”, presiona click en la opción “Examinar”.

Redeploy Applications or Modules OK Cancel

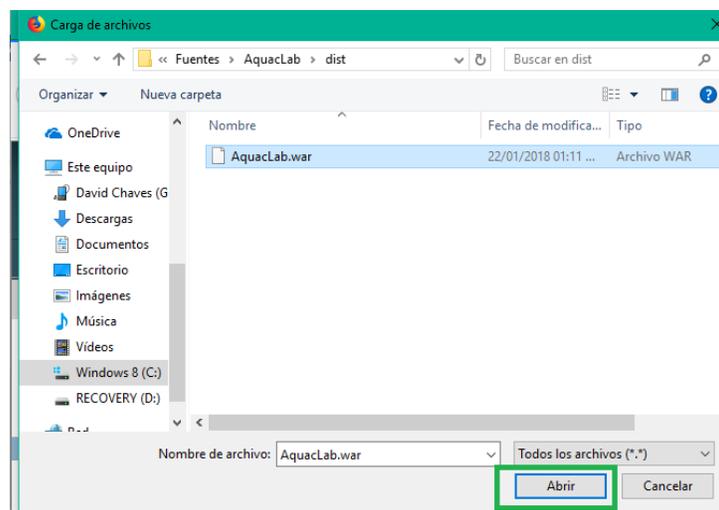
Specify the location of an application to redeploy.

Location: **Packaged File to Be Uploaded to the Server**

No se ha seleccionado ningún archivo.

Local Packaged File or Directory That Is Accessible from Payara Server

- Busca el archivo AquaLab.war enviado, lo selecciona y da click en el botón “Abrir”.



- Una vez selecciona el archivo .war, se debe presionar el botón “OK” para finalizar la publicación de la aplicación.

Redeploy Applications or Modules OK Cancel

Specify the location of an application to redeploy.

Location: **Packaged File to Be Uploaded to the Server**

AquaLab.war

Local Packaged File or Directory That Is Accessible from Payara Server

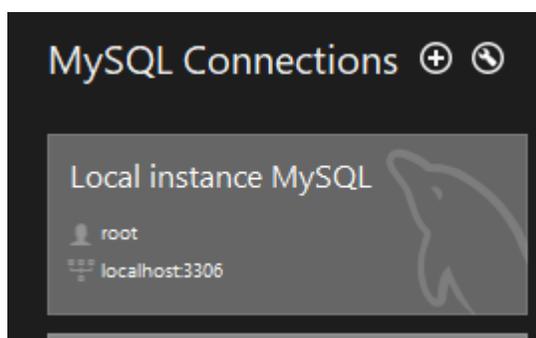
La aplicación AquaLab quedó publicada correctamente.

Ejecución de las modificaciones a la base de datos

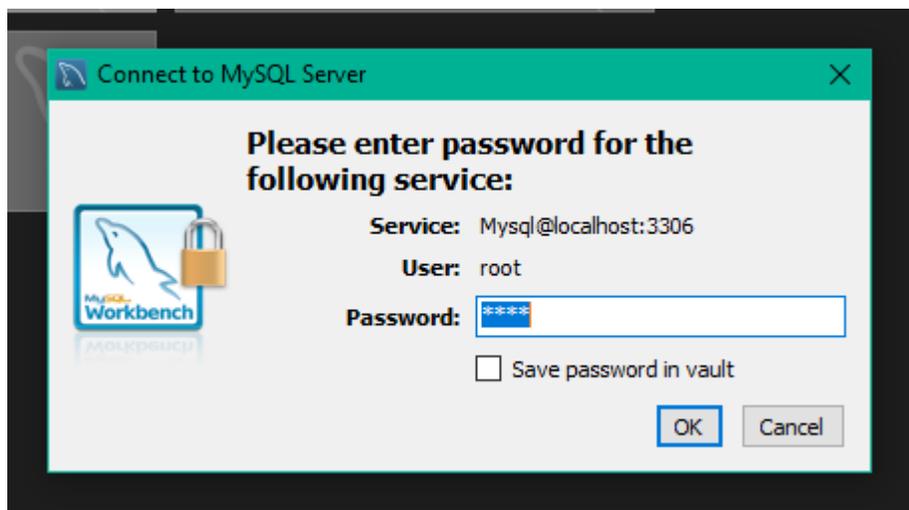
1. Abre la aplicación "Workbench" ubicada en el escritorio.



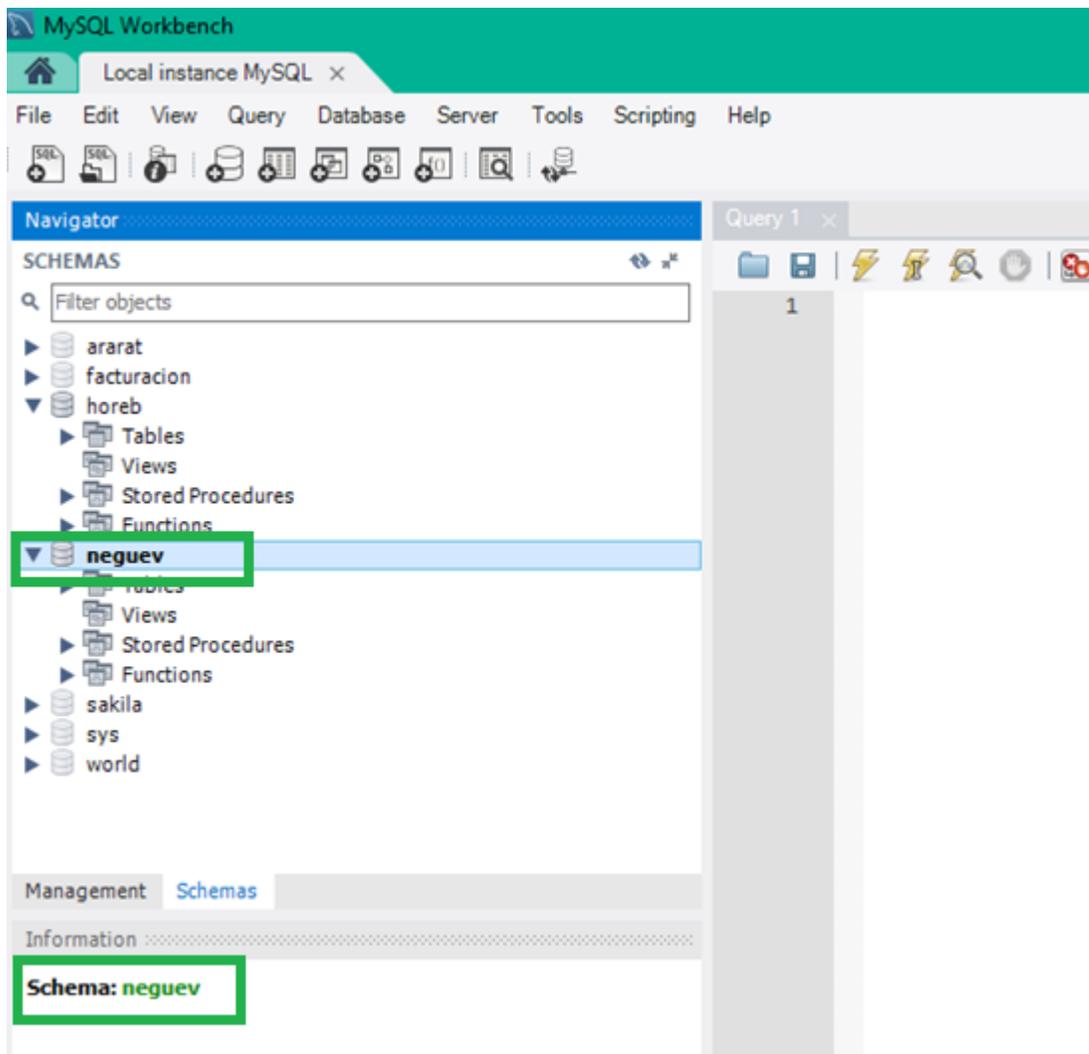
2. Da click en la única conexión de bases disponible, similar a la imagen a continuación.



3. Coloca la contraseña provista en la ventana emergente en el campo que dice "Password".

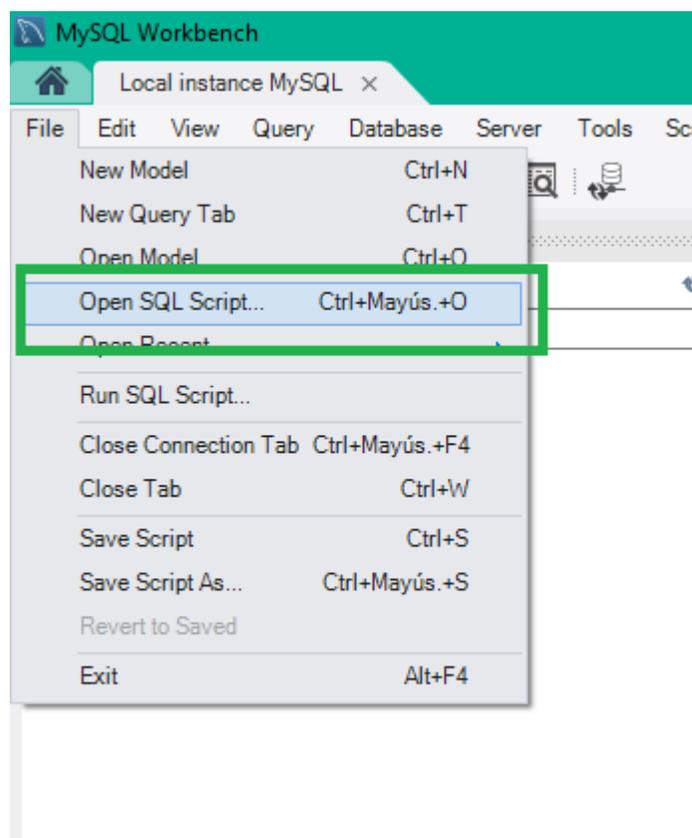


4. En la ventana emergente, presiona doble click en la base de datos que dice "Neguev", puede verificar que en la ventana inferior diga "Schema: neguev" y que la base de datos se pone en negrita.

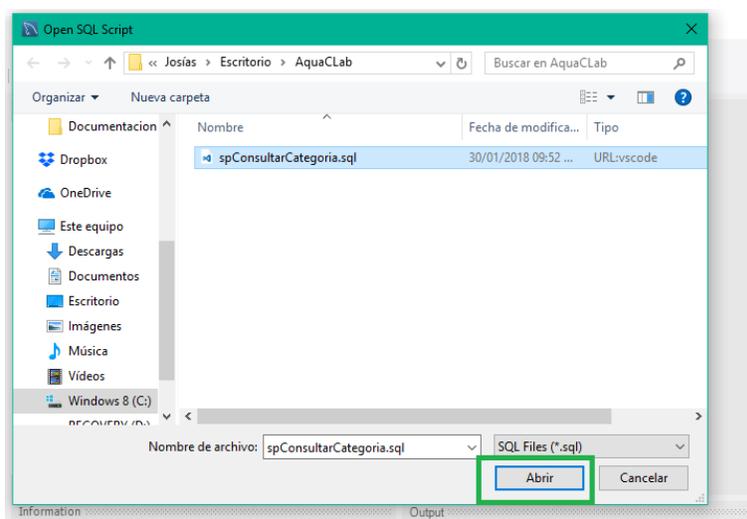


NOTA: A partir del paso del 5 se repite para cada uno de los archivos de bases de datos enviado.

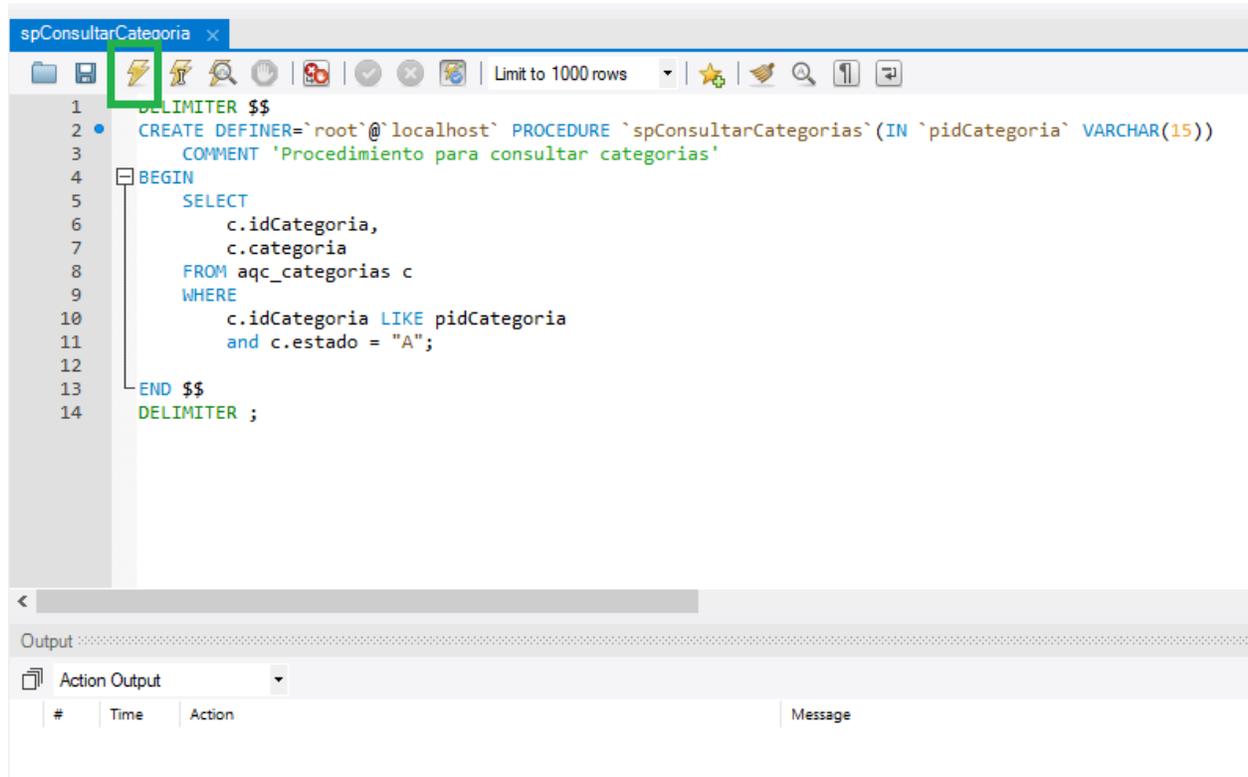
5. Selecciona el menú File, y presiona click en la opción "Open SQL Script".



6. Selecciona el archivo de bases de datos enviado y presiona la opción "Abrir".



- Espera a que cargue el archivo de bases de datos, una vez que está cargado presiona el botón en forma de rayo amarillo.

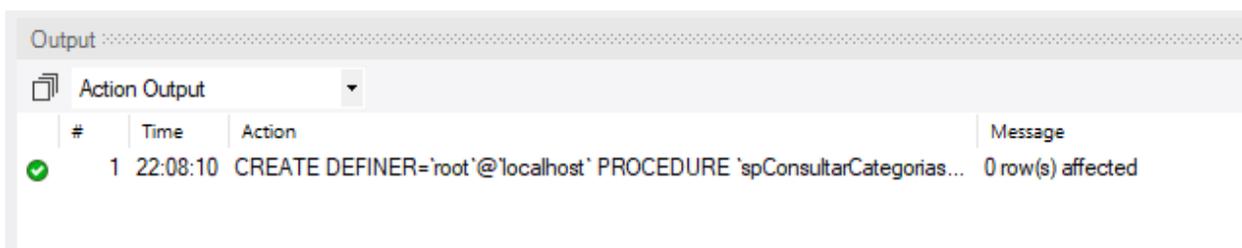


```
1 DELIMITER $$
2 CREATE DEFINER='root'@'localhost' PROCEDURE `spConsultarCategorias`(IN `pidCategoria` VARCHAR(15))
3 COMMENT 'Procedimiento para consultar categorias'
4 BEGIN
5     SELECT
6         c.idCategoria,
7         c.categoria
8     FROM aqc_categorias c
9     WHERE
10        c.idCategoria LIKE pidCategoria
11        and c.estado = "A";
12 END $$
13 DELIMITER ;
```

Output

#	Time	Action	Message
---	------	--------	---------

- Verifica que la ejecución fue correcta: Observando el check verde en la ventana inferior titulada "Output"



Output

#	Time	Action	Message
✓ 1	22:08:10	CREATE DEFINER='root'@'localhost' PROCEDURE `spConsultarCategorias...	0 row(s) affected



Cliente: Industrias L&G

Fecha de Muestreo: 22/1/2018

Contacto/Responsable: Laura Granados

Correo Electronico: jchavesm64@gmail.com

Telefono: 86231205

Direccion: edificio alfa

Grupo A Ciclo

Cantidad de Muestras: 2

Tipo de Muestreo: Compuesta

Tipo de Muestra: Consumo Humano(Tratada)

Ensayos requeridos:

Botella 1-g-12:05 a.m.

Botella 2-j-12:05 a.m.

_____ UL. _____

Josias Chaves Murillo

Laura Granados

Muestreador

Cliente

CONSTANCIA DEL FILÓLOGO

UNIVERSIDAD NACIONAL
Sede Región Branca
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Escuela de Informática

Estimados señores:

Por este medio hago constar que he revisado el Trabajo Final de Graduación titulado: **“Sistema web de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos, del Instituto de Investigaciones en Salud”**, presentado por el sustentante Ing. Josías Ariel Chaves Murillo, en el cual he corregido los errores de redacción, estructura, gramática, estilo, puntuación y punto de vista del discurso científico.

Así mismo doy fe de que el texto es portador de los siguientes valores:

- Limpieza excepcional de la expresión a partir de un lenguaje coherente y sintético.
- Factibilidad real del estudio ante una necesidad concreta demostrada con argumentos sólidos.
- Rigor científico.

Dado en San Isidro de El General, el 24 de abril del 2018, a solicitud de los interesados.

Cordialmente:



Eric González Conde
Lic. En Filología Universidad Central, Marta Abreu, Cuba.
Lector Externo del Consejo Editor de la Editorial EUNED
Carné 1855



San José, 14 de abril de 2018

Señores

COMISION DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

Presente

Estimado señores:

Por medio de la presente, mi persona Kenia Barrantes Jiménez, portador de la cédula de identidad número 204870455, en mi calidad de Coordinadora del Laboratorio de Aguas y Alimentos del INISA, hago constar que el Proyecto de Graduación denominada **“Sistema de muestreo, trazabilidad, y análisis de ensayos del Instituto de Investigaciones en Salud”** del estudiante Josías Ariel Chaves Murillo, ha sido diseñado, revisado y probado por parte del personal del Instituto de Investigaciones en Salud y el mismo es funcional a nuestra institución.

Se despide cordialmente,



Kenia Barrantes Jiménez

Coordinadora

Laboratorio de Aguas y Alimentos

INISA-UCR

Premio de PROCOMER

