



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN LOS ESTANQUES DE LA ESTACIÓN ACUÍCOLA MI PEZ EN TIERRALTA CÓRDOBA BASADO EN IOT



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"



**BRUDYS PATRON SIERRA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERIA DE SISTEMAS  
PLANETA RICA, CÓRDOBA  
2021**



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***  
Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920  
**www.unicordoba.edu.co**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN LOS ESTANQUES DE LA ESTACIÓN ACUÍCOLA MI PEZ EN TIERRALTA CÓRDOBA BASADO EN IOT



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"



**BRUDYS PATRON SIERRA**

**Trabajo de grado presentado, en la modalidad de proyecto de Investigación y/o Extensión,  
como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero de Sistemas.**

**Director (es):**

**MARIO MACEA, PhD.**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERIA DE SISTEMAS  
PLANETA RICA, CÓRDOBA**

**2021**



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***  
Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920  
**www.unicordoba.edu.co**



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



**La responsabilidad ética, legal y científica, de las ideas, conceptos, y resultados del proyecto de investigación, serán responsabilidad de los autores.**

**Artículo 59, Acuerdo N° 022 del 21 de febrero de 2018 del Consejo Superior.**

**Tener en cuenta los Artículos y directrices establecidos la Resolución 1775, del 21 de agosto de 2019. En donde se establecen las directrices y las políticas de funcionamiento del repositorio institucional de la Universidad de Córdoba (Artículos tercero, octavo, once, entre otros).**

**“11 – BUENA FE: La universidad considera que la producción intelectual que, los profesores, funcionarios administrativos y estudiantes le presenten, es realizada por éstos, y que no han transgredido los derechos de otras personas. En consecuencia la aceptará, protegerá, publicará y explotará, según corresponda y lo considere pertinente”. Artículo 1, Acuerdo N° 045 del 25 de mayo de 2018 del Consejo Superior.**



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

**[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Nota de aceptación

---

---

---

---

DANIEL SALAS

---

Firma del jurado

VELSSY HERNANDEZ

---

Firma del jurado





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



*A mis padres .....*

*A mi .....*

*A mis .....*

*A mi .....*



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### *Agradecimientos:*

Después de un largo período de 5 años, hoy es el día en el que escribo este apartado de agradecimientos para concluir mi proyecto de fin de grado.

Agradeciendo primeramente a Jehová Dios por su bendición y ayuda diariamente, de igual manera quiero dar las gracias a la Universidad de Córdoba, a toda la facultad de Ingeniería, a mis profesores en especial al ingeniero Mario Macea, la docente Neivys Leivys etc. a quienes con el aporte de sus valiosos conocimientos me hicieron crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación y apoyo.

Agradecer a mis padres Ramón Darío Patrón (qepd) y Erlines Rosa Sierra, aunque mi papa ya no se encuentra conmigo, siempre supo que terminaría la carrera y estaba orgulloso de eso, al igual que el resto de mis familiares y amigos que me han acompañado y entendido en este proceso, gracias por la educación que me brindaron y por inculcarnos tantos principios a mis hermanos como a mi y enseñarnos que la mejor herencia que nos podían dejar es la educación y el deseo de salir adelante a través de ella



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

**[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Este más que un agradecimiento es una dedicatoria a una persona muy importante en mi vida y que fue quien me motivo a inscribirme en la universidad y comenzar mi carrera, a mi esposa Cristina Isabel, quien me apoyo desde un comienzo y creyó en mi y en que podría sacarlo adelante, gracias por ser mi soporte en cada paso tanto económico como emocional, gracias por tus regañones cuando quería rendirme o estaba cansada por tener que viajar todas las semanas para estudiar, gracias por todo tu amor estos años, gracias por motivarme a ser una mejor persona cada día y por hacerme creer que podía lograr cada meta que me propusiera en mi vida, gracias por ver en mi capacidades que ni yo misma veía aun y por tener tanta fe en mí, prometí graduarme como Ingeniera de Sistemas para que te sintieras orgullosa de tu esposa y hoy puedo decirte "lo logramos" porque si estoy donde estoy es por ti y para ti, gracias esposa mía





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### TABLA DE CONTENIDO

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. INFORMACIÓN GENERAL DE PROYECTO.....                       | 9                             |
| 2. EQUIPO EJECUTOR .....                                      | 9                             |
| 3. INFORMACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.....                   | 10                            |
| 4. RESUMEN DEL PROYECTO .....                                 | 10                            |
| 5. INTRODUCCIÓN .....   | 11                            |
| 6. MARCO TEÓRICO .....  | 14                            |
| 7. OBJETIVOS.....   | 16                            |
| 8. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                  | 18                            |
| 9. RESULTADOS .....   | 20                            |
| 10. PRODUCTOS OBTENIDOS .....                                 | 22                            |
| 11. DIFICULTADES O INCONVENIENTES DURANTE EL DESARROLLO ..... | 23                            |
| 12. RECOMENDACIONES.....                                      | 24                            |
| 13. DOCUMENTOS SOPORTES DEL PROYECTO.....                     | 25                            |
| 14. BIBLIOGRAFÍA.....   | 35                            |
| ANEXOS.....   | ¡Error! Marcador no definido. |





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### 1 INFORMACIÓN GENERAL DE PROYECTO

| UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE           | LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL EN LA QUE SE ENMARCA EL PROYECTO | DURACIÓN (EN MESES)       |
|--|---|---------------------------|
| DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS | INTERNET DE LAS COSAS (IoT)   | 6                         |
| LUGAR                                  | POBLACIÓN A LA CUAL VA DIRIGIDA                                       | NUMERO DE BENEFICIARIOS   |
| ESTACIÓN ACUÍCOLA MI PEZ               | ENCARGADOS DE LA ESTACIÓN ACUÍCOLA MI PEZ                             | 15                        |
| VALOR                                  | FECHA DE INICIO   | FINALIZACION DEL PROYECTO |
| 1.500.000                              | 1/06/2021   | 1/12/2021                 |

### 2 EQUIPO EJECUTOR

| EQUIPO EJECUTOR             |                       |                       |            |  |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|--|
| Nombre y Apellidos          | No. de identificación | Tipo de proponente*   | Teléfono   | Correo Electrónico   |
| MARIO MACEA ANAYA           | 15.049.537            | Director del proyecto | 3100000000 | <a href="mailto:mariomacea@correo.unicordoba.edu.co">mariomacea@correo.unicordoba.edu.co</a>       |
| BRUDYS ESTHER PATRÓN SIERRA | 1.003.737.856         | Estudiante            | 3225980218 | <a href="mailto:bpatronsierra@correo.unicordoba.edu.co">bpatronsierra@correo.unicordoba.edu.co</a> |





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### 3 INFORMACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO

| FUENTES DE FINANCIACIÓN            |                       |                  |                    |
|------------------------------------|-----------------------|------------------|--------------------|
| Nombre Financiador                 | No. de identificación | Tipo de Aporte** | Valor Financiación |
| <b>BRUDYS ESTHER PATRÓN SIERRA</b> | <b>1.003.737.856</b>  | <b>Efectivo</b>  | <b>1.500.000</b>   |
| <b>TOTAL</b>                       |                       |                  | <b>1.500.000</b>   |

### 4 RESUMEN DEL PROYECTO

La finalidad de esta investigación fue la implementación de un sistema que monitoreara los parámetros presentes en el agua de los estanques piscícolas de forma permanente, y a su vez enviara alertas y regulara de forma automática la temperatura del agua cuando parámetros anómalos fueran registrados con el fin de evitar afectaciones en el cultivo de peces, esto con ayuda de tecnologías IoT (Internet de las cosas).

El sistema está compuesto por un dispositivo y una aplicación web que se comunican entre sí, el dispositivo desplegado con Arduino se encargara de capturar los parámetros (temperatura y pH) presentes en el agua de los estanques a través de sus sensores, al



**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



detectarse temperaturas altas activara el sistema de bombeo de agua y enviará los datos que se almacenaran de forma remota en la base de datos, luego se podrán acceder a estos datos capturados desde la aplicación web y de igual forma se podrá modificar la configuración del dispositivo.

Las alertas serán enviadas directamente a la aplicación web para que el administrador o la persona encargada de los estanques tenga información en tiempo real de los parámetros que están siendo medidos por el dispositivo y en el caso de que el sistema automatizado falle pueda tomar decisiones con respecto al estado del agua y en su defecto al cultivo de peces.

**PALABRAS CLAVES:** Alertas, automatizado, parámetros, alevines, estanques, dispositivo

## 5 INTRODUCCIÓN

### 5.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La piscicultura es un sector que está en un proceso de crecimiento a nivel local se estima que existen en Colombia unos 25.561 predios acuícolas y 15 Plantas de proceso certificadas, generando en promedio alrededor de 51.308 empleos directos y 153.923 empleos indirectos. (Min. agricultura, 2020). Algunos se asesoran de profesionales, técnicos o expertos que se encargan del manejo técnico de la producción (medio tiempo), postproducción (ocasional) y el mercadeo. Otros en cambio, constituyen negocios familiares y sus miembros se encargan del manejo de las diferentes actividades y se van especializando en los renglones de la producción y postproducción con base en la práctica.





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Estas técnicas de producción no permiten cumplir con las expectativas ni auxiliar las necesidades críticas debido a la falta de control de algunas variables importantes en el proceso de cultivo que generan alteraciones en el volumen de producción. Uno de los problemas principales a los que se afrontan los pequeños productores acuícolas en Colombia, es la baja producción de peces de un buen tamaño, por otro lado también es importante mencionar el umbral de producto neto versus el sembrado asociado a la mortandad en etapa productiva.

En nuestro país, el uso de tecnologías que ayuden en la producción y crecimiento es muy escaso o prácticamente nulo y se sabe que en la costa caribe apenas se está dando inicio a la implementación de estas tecnologías para la pesca en el mar (Ministerio de las TIC, 2018), por lo que es de gran importancia impulsar esta implementación en dicho sector, debido al control que se puede tener de los parámetros del agua que muchas veces afectan el desarrollo de los peces, su producción y de igual forma la calidad del producto final.

Es por esto que los parámetros del agua se convierten en un factor determinante y que es importante conocer los cambios que se producen en pH y temperatura. Actualmente la estación acuícola de reproducción Mi Pez, del municipio de Tierra Alta no cuenta con un sistema que permita el monitoreo remoto y en tiempo real de los diversos parámetros ambientales presentes en sus estanques.

## 5.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo el diseño de un sistema que permita la adquisición de parámetros ambientales en los estanques de la estación acuícola mi pez, basado en IoT, mejora la producción de alevines y genera un impacto positivo en la





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



comunidad?

### 5.3 JUSTIFICACIÓN

La implementación de este proyecto tiene como fin ejecutar en campo los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera para desarrollar un sistema que permita monitorear las variantes de PH y temperatura en los laboratorios de reproducción acuícola de la estación acuícola Mi Pez, además de ello permita regular las condiciones de dichos estanques. Este sistema no solo monitorea y genera una alerta de riesgo, sino que también activa un sistema de emergencia de acuerdo a los protocolos de seguridad establecidos por la empresa para el mantenimiento de sus estaciones, por ejemplo, al elevarse la temperatura se activaría el bombeo de agua para normalizar la temperatura del agua.

Se desarrolla este proyecto debido a la dificultad existente para identificar los factores de riesgo en cada estanque y para disminuir la tasa de mortalidad en alevines y aumentar su producción al mantenerlos en un habitat que sea optimo, no existe un método para identificar estos problemas hasta que es demasiado tarde, ya que todos sus procesos y revisiones son realizados de forma manual y no todos los estanques poseen las mismas características, lo que dificulta más la identificación de un posible problema.

La finalidad es automatizar y mejorar los procesos que realizan en la estación, controlar los factores climáticos que inciden en la baja producción y la elevada tasa de mortalidad, al controlar estos efectos aumentamos la producción, lo que implica una mayor ganancia para el productor y a su vez cubriría la demanda de alevines en la región, ya que la estación acuícola de reproducción es el único distribuidor de este producto en la zona.



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



El controlar dichos factores incide en la producción, al aumentar la producción no se trabaja a pérdidas y se puede dar un mejor precio a los productores de la región, aumenta la capacidad de contratación de personal en época de cosecha. La estación acuícola de reproducción Mi Pez, abastece de alevines los municipios de Tierra alta y Valencia, cuando no logra sacar un cultivo de alevines a feliz término se afecta la región en general ya que deben conseguir alevines en otros municipios, lo que incrementa su valor y disminuye las ganancias de cada productor.

La implementación de este proyecto facilitará al personal del área encargada de la estación acuícola de reproducción Mi Pez, el monitoreo constante y en tiempo real de variables como la temperatura y el pH presente y esta información podrá ser visualizada de manera remota.

Además, el sistema de monitoreo enviara notificaciones cada cierto tiempo a la aplicación web, debido a la necesidad que se tiene de una constante monitorización de la temperatura del agua ya que un cambio brusco o repentino en sus propiedades puede provocar pérdidas considerables en la producción de los peces.

## 6 MARCO TEÓRICO

### 6.1 Impactos del cambio climático sobre la acuicultura

Los impactos del cambio climático sobre las actividades acuícolas serán variados en términos de magnitud, sistemas de cultivo, especies y por la ubicación de las granjas. En este sentido, hasta la fecha no hay un esfuerzo para definir con detalles estos impactos; y lo que se encuentra en la literatura científica solo son análisis generales.



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

**www.unicordoba.edu.co**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



De acuerdo con el informe FAO (2009), el aumento de las temperaturas también afectará a los procesos fisiológicos de los peces, dando lugar a efectos tanto positivos como negativos sobre los sistemas de acuicultura. Asimismo los impactos ambientales del cambio climático sobre la acuicultura incluyen un incremento en la eficiencia de la conversión de alimentos y las tasas de crecimiento en las aguas cálidas, incrementándose la estación de crecimiento. Al respecto un panel de experto de FAO concluyó que se pueden esperar los siguientes impactos en los ambientes acuático, y por ende afectar de esta forma a la acuicultura:

## 6.2 Impactos sobre los ecosistemas

En la acuicultura, específicamente el cultivo de alevines de cachama en este caso, requieren unas condiciones específicas de temperatura, pH, alcalinidad y oxígeno, para llegar a una óptima producción, pero debido a los efectos del cambio climático esas condiciones varían demasiado, impidiendo un control y manejo de estas especies, ya que al aumentar la temperatura los alevines, de igual forma que por falta de oxígeno y el acuicultor se ve obligado a llevar un control de estos parámetros a través de la tecnología de sensores por ejemplo.

los peces son poiquilotermos y no pueden regular su temperatura, existiendo una relación directa entre la temperatura del agua y su tasa metabólica. ... La temperatura influye en el crecimiento. En aumento de temperatura aumenta la velocidad de bombeo de agua y la tasa de filtración de moluscos.

Efectos de altas temperaturas en peces: Altera la densidad del agua y oxígeno disuelto disminuyéndolos. y Aumentan la toxicidad de los metales pesados y del amoníaco.

El incremento de las temperaturas afectará los procesos fisiológicos de los peces dando como resultados efectos positivos y negativos en los sistemas acuícolas.

El cambio climático ya viene afectando la estacionalidad de los procesos biológicos, alterando radicalmente las cadenas tróficas de agua dulce y marinas, con consecuencias



**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



impredecibles en la producción de pescado. Se afectará la intensidad, frecuencia y estacionalidad de los modelos climáticos (por ejemplo: El Niño) y eventos extremos (por ejemplo: inundaciones, sequías, tormentas)

La temperatura tiene otros efectos, porque el fitoplancton y el zooplancton también responden a la temperatura del agua. El agua caliente también favorece mayores índices de reacciones químicas, y los fertilizantes y el material de encalado aplicado a los estanques se disolverán más rápido.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua en equilibrio con el aire disminuye a medida que aumenta la temperatura del agua. Esto en sí mismo no es molesto para los peces, ya que responden a la presión o al porcentaje de saturación de oxígeno en el agua. Dos aguas dulces, una a 20 grados-C que contiene 9,08 mg/L de oxígeno disuelto y la otra a 32 grados-C que contiene 7,29 mg/L de oxígeno disuelto están ambas saturadas con oxígeno disuelto. Aunque el agua más fría contiene más oxígeno disuelto, ambas están en una saturación del 100 por ciento.

Aunque el hecho de que el agua más caliente retenga menos oxígeno a la saturación que el agua más fría no causa un problema directamente, la tasa de respiración de todos los organismos aeróbicos aumenta con la temperatura más alta. Las especies de cultivo, fitoplancton, zooplancton y bacterias requieren más oxígeno de la respiración a una temperatura más alta, pero de agua que contiene menos oxígeno disuelto. Esta es la razón por la cual el agotamiento del oxígeno disuelto se convierte en una mayor amenaza para el bienestar de los animales cultivados a medida que aumenta la temperatura del agua.

## 7 OBJETIVOS





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### 7.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema que gestione las variables ambientales presentes en el proceso de cultivo de peces en los estanques de la estación acuícola de reproducción Mi Pez, del municipio de Tierra Alta mediante tecnologías IoT.

### 7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los parámetros ambientales que se puedan medir o monitorear a través de las tecnologías IoT en los estanques de la estación acuícola de reproducción Mi Pez.
2. Construir un dispositivo que permita la captura y el envío de datos obtenidos en las mediciones realizadas de las variables presentes en el agua de los estanques.
3. Desarrollar una aplicación web para el control y gestión de los datos por parte del usuario final.
4. Realizar las pruebas pertinentes que permitan la verificación del correcto funcionamiento del sistema automatizado y de monitoreo.
5. Disminuir la tasa de mortalidad de alevines y aumentar la producción de la empresa con la implementación del sistema de monitoreo



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

**www.unicordoba.edu.co**



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



## 8 MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1 METODOLOGÍA

#### 8.2 Etapas metodológicas

El objetivo de este proyecto es determinar que variables ambientales del agua se pueden medir a través sensores y desarrollar un sistema basado en IoT que permita el monitoreo permanente de estas, que pueda activar un sistema de bombeo en caso de alta temperatura y que envíe estos datos para que puedan ser vistos a través de una aplicación web.

Si detecta niveles anómalos en el pH, lo notificará a través de la aplicación web. Si en algún momento la temperatura alcanza grados superiores a los establecidos como normales, se activará el bombeo automático. En el caso de que la temperatura no se vea reducida el sistema enviara notificaciones a la aplicación web con el fin de alertar la situación para que el encargado intervenga de forma manual para estabilizar la temperatura o el nivel de pH en el agua. La realización de este proyecto se realizará en 4 etapas metodológicas que se enumeran a continuación:

**Tipo de investigación:** Acción

**Población:** Estanques de la estación acuícola de reproducción Mi Pez.

**Obtención de resultados:** La forma que se utilizará para obtener resultados del proyecto, es hacer unas preguntas a los encargados de la producción piscícola en la estación acuícola de reproducción Mi Pez para un posterior análisis de las respuestas que brindaron acerca del uso del dispositivo.





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



**Etapa 1:** Establecer un acuerdo con la estación acuícola de reproducción Mi Pez y pedir autorización para la utilización de los estanques disponibles y esta manera empezar la implementación del proyecto en los mismos.

**Etapa 2:** Diseño y desarrollo del sistema a implementar (Dispositivo y Aplicación web), que ofrecerá el monitoreo constante de las variables ambientales y mostrará los datos en tiempo real.

**Etapa 3:** Implementación del proyecto en los estanques de la estación acuícola de reproducción Mi Pez y capacitación a los encargados sobre el uso del sistema.

**Etapa 4:** Recolección de resultados y conclusiones del proyecto.





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



### 9 RESULTADOS

Posterior a la implementación realizada se hicieron todas las pruebas de funcionamiento necesarias con el fin de validar que el dispositivo cumpla con la función planteada dentro del sistema. Inicialmente se validó el funcionamiento de lectura de los sensores junto con la aplicación web. En la figura 1 se observa que efectivamente se realiza una lectura tanto de pH como de la temperatura del agua.

Adicionalmente se realizaron las pruebas de funcionamiento del dispositivo como se observa en la figura 2, con el fin de cumplir con los valores de referencia establecidos.





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



acreditada  
INSTITUCIONALMENTE  
Res. MEN 2956 de 22 de marzo de 2019, vigencia: 4 años

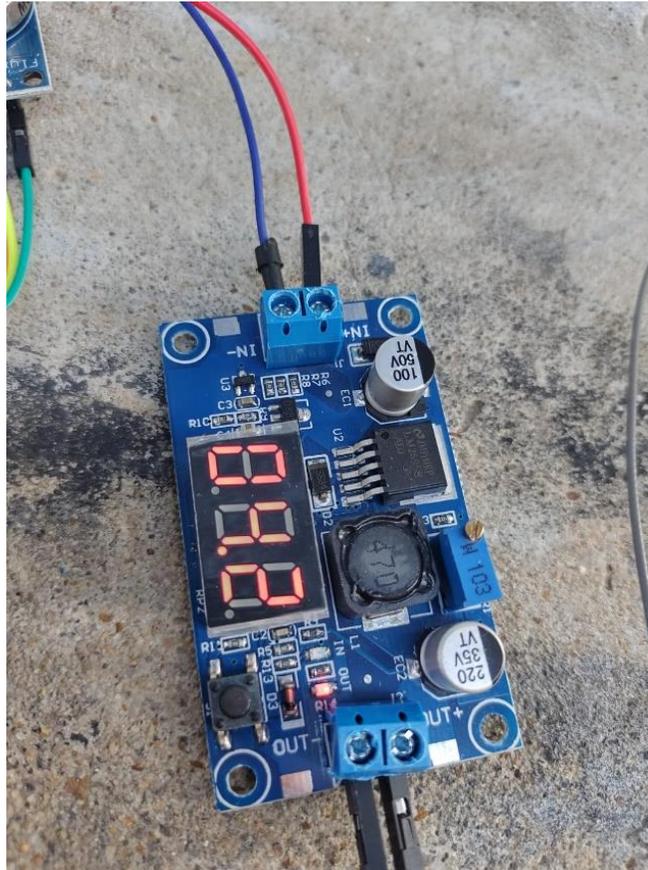


Figura 2. Dispositivo de control. Fuente: elaboración propia

La implementación del dispositivo tiene como propósito principal la automatización del crecimiento y desarrollo de los peces mejorando la calidad del cultivo y evitando que mueran debido a cambios de temperatura o en el pH; afectaciones generadas por la exposición a condiciones climáticas extremas. Entre las principales necesidades que se encontraron estaba la dificultad de mantener a los peces a una temperatura correcta por parte de los encargados. Al automatizar esta función y tener un control de las variables principales que influyen



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1

**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



directamente en el desarrollo de los peces, se optimizó el consumo de agua ya que así se garantiza la cantidad necesaria y requerida.

Es importante destacar que el sistema implementado se puede adaptar a cualquier tipo de estanque mediante la modificación del valor de referencia de la temperatura o pH del agua. El sistema diseñado e implementado evidencio cumplir con los requerimientos necesarios para monitorear en tiempo real las variables y para un bombeo controlado a partir de la temperatura del agua del estanque. Además, al transmitir estos datos mediante IoT hacia un servidor en la nube se tiene la posibilidad de visualización de los datos desde la aplicación móvil y el encargado del estanque al contar con esta información puede monitorear en tiempo real que el sistema esté funcionando correctamente favoreciendo esto en la toma de decisiones de mantenimientos correctivos o preventivos.

## 10 PRODUCTOS OBTENIDOS

El dispositivo final es la mejora del proyecto presentado por estudiantes de la universidad de Córdoba, titulado “DESARROLLO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS AMBIENTALES EN LOS ESTANQUES DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA BASADO EN IOT”.

Dichas mejores se presentan a continuación:

- El envío de datos se hacía con anterioridad por medio de mensajes y llamadas, en esta nueva versión se envía a través de comandos http para mejorar la funcionalidad y optimización de los datos.
- Así mismo se integraron una serie de componentes nuevos para mantener la estabilidad del producto. Tales como un reductor de voltaje, un módulo sim800 para



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



la intercomunicación, detección de pH, oxígeno dentro y fuera del estanque, temperatura.

- Se programaron los microcontroladores en Arduino.
- La información recolectada va directamente a una base de datos, y está la notifica y actualiza en la aplicación web.
- La información recolectada muestra los datos exactos de la temperatura, calidad del aire, pH del estanque, oxígeno, y otros datos de vital importancia en los estanques.
- A diferencia de la versión anterior, esta versión administra y da la potestad de poder crear dispositivos similares en otros estanques identificados por el número de teléfono de cada dispositivo, así puedes administrar la cantidad de peces, la cantidad de alimento entre otros detalles que puedes o no mostrar en la app.

## 11 DIFICULTADES O INCONVENIENTES DURANTE EL DESARROLLO

La época de lluvia puede perjudicar en gran medida la ejecución del proyecto porque el microcontrolador del dispositivo no puede tener contacto con el agua, así que tuvimos que diseñar un dispositivo donde montarlos para protegerlos de la lluvia.

Figura 11





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



## 12 RECOMENDACIONES

Como todo proyecto de investigación, este está abierto a mejoras en la implementación, utilizando otros tipos de dispositivos y así tener una mejor automatización, en caso de implementar esta propuesta se recomienda:

- Utilizar un Arduino mega ATmega2560, ya que cuenta con 54 pines digitales y 16 entradas analógicas, en caso de que se quieran agregar más dispositivos al sistema actual.
- El dispositivo tiene que estar ubicado en un área cubierta, previendo humedad o exposición a agentes externos que interfieran con su buen funcionamiento



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



- Antes de ubicar los sensores de temperatura, realizar pruebas y verificar que registren valores de lectura.
- Verificar que el sensor de pH funcione correctamente realizando pruebas antes de su instalación.
- Realizar supervisión técnica del sistema y mantenimiento del mismo cada 6 meses o cuando se estime conveniente.
- Capacitar a la persona que será encargada de supervisar el sistema ante cualquier imprevisto.
- Utilizar la aplicación móvil en sistemas Android 10 o superior
- Utilizar sensores industriales para asegurar una mayor duración ante la corrosión.

## 13 DOCUMENTOS Y SOPORTES DEL PROYECTO

### ANEXOS



Certificado GP 134-1

Certificado SC 5278-1

***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

**[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Figura1: Estación Acuícola de Reproducción Mi Pez

### DISPOSITIVO





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



**acreditada**  
**INSTITUCIONALMENTE**  
Res. MEN 2956 de 22 de marzo de 2019, vigencia: 4 años

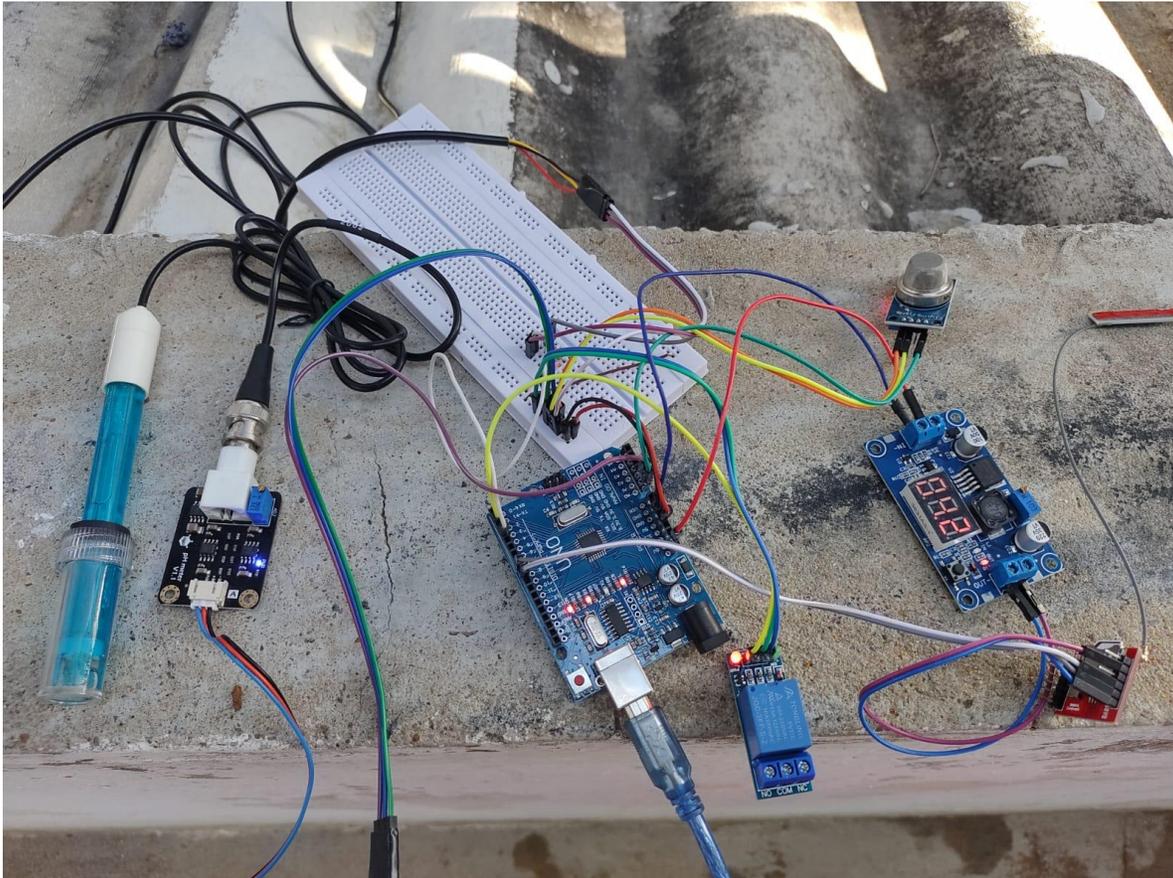


Figura3: sensores y Arduino funcionando. fuente: elaboración propia

### APLICACIÓN WEB



***Por una universidad con calidad, moderna e incluyente***  
Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920  
[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías

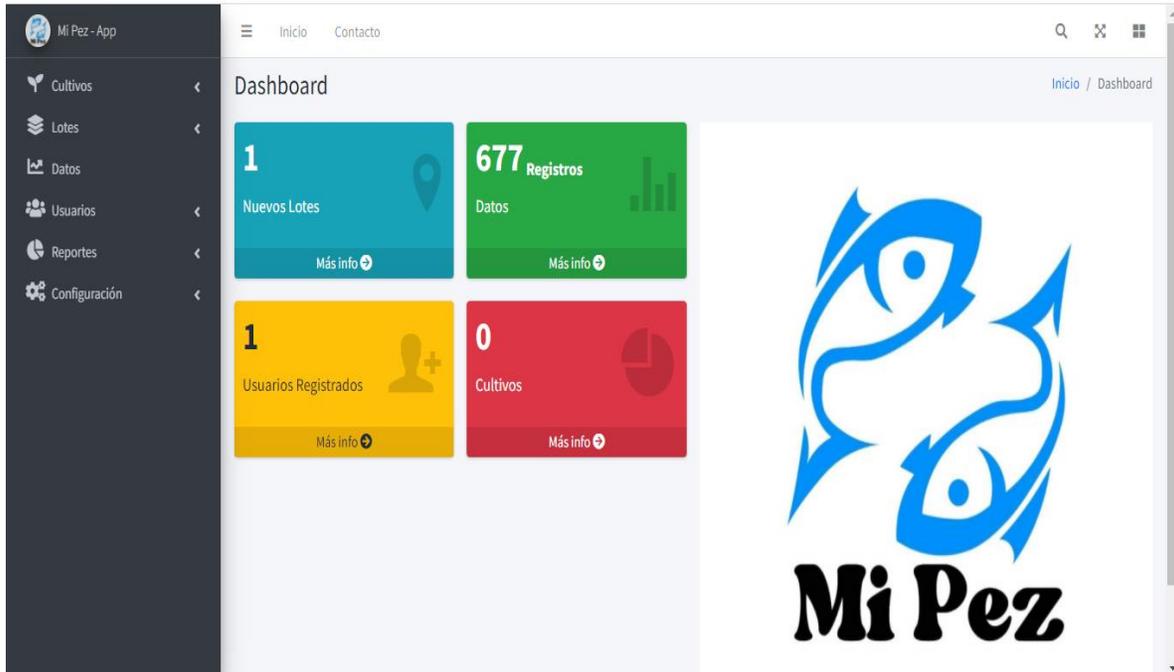


Figura 4. Aplicativo Web, vista inicial. Fuente: elaboración propia

| No. | PH    | Temperatura | Haze<br>Turbidez del Agua | Nivel de Oxígeno | Fecha      | Hora     | Nombre Lote          | Acciones |
|-----|-------|-------------|---------------------------|------------------|------------|----------|----------------------|----------|
| 677 | 11.06 | 29°C        | 47.83                     | 32.527           | 2022-02-14 | 09:18:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 676 | 20.27 | 32°C        | 47.3                      | 21.885           | 2022-02-13 | 09:29:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 675 | 29.27 | 30°C        | 43.99                     | 62.792           | 2022-02-12 | 09:31:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 674 | 6.91  | 32°C        | 32.87                     | 32.527           | 2022-02-11 | 09:55:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 673 | 37.97 | 29°C        | 1.84                      | 21.885           | 2022-02-10 | 09:18:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 672 | 34.51 | 32°C        | 44.79                     | 62.792           | 2022-02-09 | 09:29:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 671 | 32.76 | 34°C        | 2.64                      | 33.761           | 2022-02-08 | 09:31:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 670 | 36.92 | 29°C        | 47.83                     | 55.493           | 2022-02-07 | 09:27:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 669 | 11.06 | 33°C        | 15.25                     | 41.678           | 2022-02-06 | 09:40:00 | Lago izq, bocachicos |          |
| 668 | 39.01 | 34°C        | 50.96                     | 54.575           | 2022-02-05 | 09:48:00 | Lago izq, bocachicos |          |

Mostrando 1 a 10 de 677 registros

Primero Anterior 1 2 3 4 5 ... 68 Siguiente Último





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Copyright © 2022 Reporte de Datos / Mi Pez - App. Todos los derechos reservados. Version 1.0.1

| Id. | Nombres | Apellidos | Documento | Usuario  | Fecha de Creación   | Acciones  |
|-----|---------|-----------|-----------|----------|---------------------|---|
| 1   | Brudys  | Esther    | 10000000  | admin466 | 2021-10-19 21:12:19 |   |

Figura 5. Listado de usuarios en línea





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías

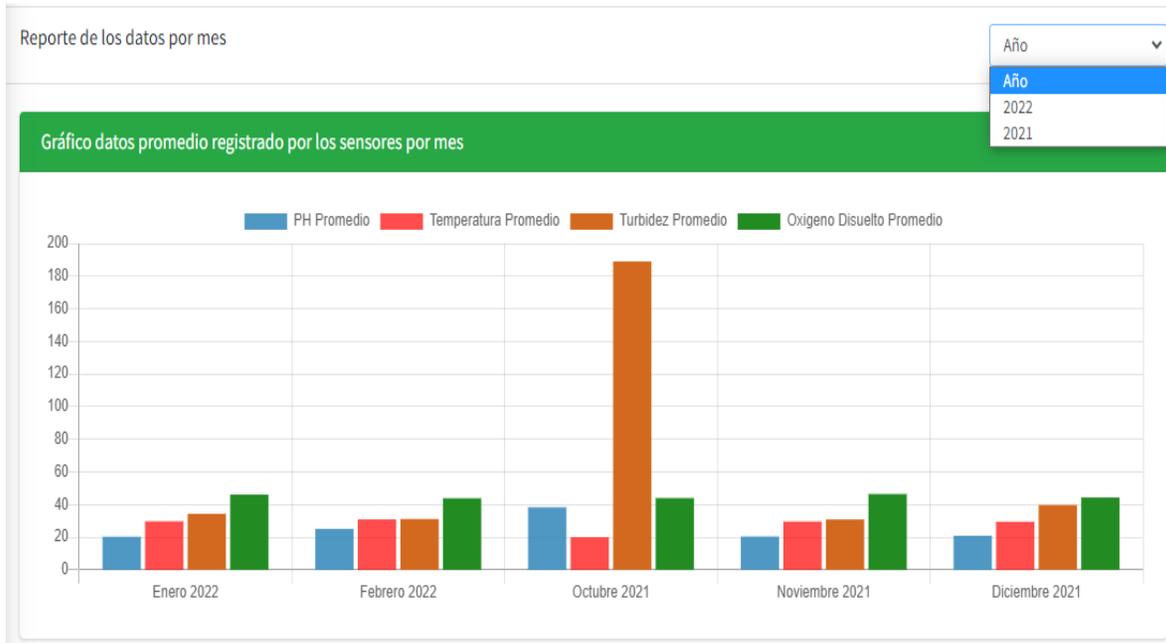


Figura 6. Graficas generadas por el aplicativo





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Mi Pez - App

Inicio Contacto

Agregar Usuario

**Nombres** **Apellidos**

Nombres Apellidos

**Documento** **Usuario**

Documento Usuario

**Contraseña** **Confirmar Contraseña**

Contraseña Confirmar Contraseña

Guardar

Figura 7. Plantilla para crear usuario nuevo

### BASE DE DATOS

Filters

Containing the word:

| Table                          | Action     | Rows       | Type          | Collation                 | Size             | Overhead   |
|--------------------------------|------------|------------|---------------|---------------------------|------------------|------------|
| <input type="checkbox"/> crops |            | 0          | InnoDB        | utf8mb4_general_ci        | 32.0 KiB         | -          |
| <input type="checkbox"/> data  |            | 601        | InnoDB        | utf8mb4_general_ci        | 32.0 KiB         | -          |
| <input type="checkbox"/> ponds |            | 1          | InnoDB        | utf8mb4_general_ci        | 32.0 KiB         | -          |
| <input type="checkbox"/> users |            | 1          | InnoDB        | utf8mb4_general_ci        | 16.0 KiB         | -          |
| <b>4 tables</b>                | <b>Sum</b> | <b>603</b> | <b>InnoDB</b> | <b>utf8mb4_general_ci</b> | <b>112.0 KiB</b> | <b>0 B</b> |

Check all With selected:

Print Data dictionary

Show all Number of rows: 25 Filter rows: Search this table

+ Options

| id                       | name | lastname | document | username | password | created_at   | updated_at          |      |
|--------------------------|------|----------|----------|----------|----------|--|---------------------|------|
| <input type="checkbox"/> | 1    | Brudys   | Esther   | 10000000 | admin466 | \$2b\$10\$RsRLr6ccUqfcs5NoHDvwxGuZ9cjlPIW7UZD7qY/CwJE... | 2021-10-19 21:12:19 | NULL |

Check all With selected:





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



Table interface showing data from a database. The first table has columns: id, uuid, description, length, width, capacity, state, fk\_user\_id, created\_at, updated\_at, deleted\_at. The second table has columns: id, ph, temperature, haze, dissolved\_oxygen, sampling\_date, sampling\_time, fk\_pond\_id, created\_at, updated\_at, delete.

| id | uuid       | description          | length | width | capacity | state  | fk_user_id | created_at          | updated_at | deleted_at |
|----|------------|----------------------|--------|-------|----------|--------|------------|---------------------|------------|------------|
| 1  | 3017201814 | Lago Izq. bocachicos | 200    | 155   | 187      | ACTIVO | 1          | 2021-10-19 21:21:54 | NULL       | NULL       |

| id | ph    | temperature | haze  | dissolved_oxygen | sampling_date | sampling_time | fk_pond_id | created_at          | updated_at | delete |
|----|-------|-------------|-------|------------------|---------------|---------------|------------|---------------------|------------|--------|
| 1  | 0     | 20          | 189   | 44               | 2021-10-19    | 21:27:59      | 1          | 2021-10-19 21:27:59 | NULL       | NUL    |
| 2  | 9.52  | 32          | 33.9  | 35.705           | 2021-11-14    | 09:19:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 3  | 38.32 | 30          | 28.43 | 64.387           | 2021-11-14    | 09:56:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 4  | 4.1   | 30          | 18.99 | 27.514           | 2021-11-14    | 09:41:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 5  | 9.51  | 27          | 11.64 | 50.848           | 2021-11-14    | 09:01:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 6  | 38.54 | 28          | 55.1  | 35.86            | 2021-11-14    | 09:23:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 7  | 35.5  | 26          | 13.16 | 30.013           | 2021-11-14    | 09:39:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 8  | 2.09  | 28          | 11.18 | 61.672           | 2021-11-14    | 09:58:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 9  | 10.31 | 30          | 43.31 | 74.976           | 2021-11-14    | 09:27:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 10 | 8.1   | 30          | 25.93 | 64.598           | 2021-11-14    | 09:36:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 11 | 13.23 | 27          | 27.56 | 30.294           | 2021-11-14    | 09:36:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 12 | 20.69 | 34          | 47.94 | 47.668           | 2021-11-14    | 09:11:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 13 | 5.35  | 28          | 9.75  | 35.778           | 2021-11-14    | 09:31:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |
| 14 | 36.34 | 25          | 33.28 | 29.765           | 2021-11-14    | 09:35:00      | 1          | 2021-11-14 00:00:00 | NULL       | NUL    |

Figura 8. Información Recolectada en la Base de Datos. Fuente: elaboración propia

```
module.exports = {
  create_user: async (req, res) => {
    try {
      let create = await User.createAsync(req.body);
      res.status(201).json({ success: 1, data: 1 });
    } catch (ex) {
      console.log(ex);
      res.status(500).json({ success: 1, data: ex });
    }
  },
  login_user: async (req, res) => {
    try {
    } catch (ex) {
    }
  }
}
```





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



acreditada  
INSTITUCIONALMENTE  
Res. MEN 2956 de 22 de marzo de 2019, vigencia: 4 años

```
router.post('/data-create', dataController.get_data_from_module);  
router.post('/create-user', userController.create_user);  
router.post('/create-pond', pondController.create_pond);
```

```
module.exports = router;
```

```
2  
3 module.exports = {  
4   get_data_from_module: async (req, res) => {  
5     try {  
6       let create = await Data.createAsync(req.body);  
7       res.status(201).json({ success: 1, data: 1 });  
8     } catch (ex) {  
9       console.log(ex);  
10      res.status(201).json({ success: 0, data: ex });  
11    }  
12  }  
13 }
```

```
1 var Pond = require('../models/pond');  
2  
3 module.exports = {  
4   create_pond: async (req, res) => {  
5     try {  
6       let create = await Pond.createAsync(req.body);  
7       res.status(201).json({ success: 1, data: 1 });  
8     } catch (ex) {  
9       console.log(ex);  
10      res.status(201).json({ success: 0, data: ex });  
11    }  
12  }  
13 }
```





"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



**acreditada**  
**INSTITUCIONALMENTE**  
Res. MEN 2956 de 22 de marzo de 2019, vigencia: 4 años

```
module.exports = {
  create_user: async (req, res) => {
    try {
      let create = await User.createAsync(req.body);
      res.status(201).json({ success: 1, data: 1 });
    } catch (ex) {
      console.log(ex);
      res.status(500).json({ success: 1, data: ex });
    }
  },
  login_user: async (req, res) => {
    try {
    } catch (ex) {
    }
  }
}
```

Figura 9. Api. Fuente: elaboración propia



## Administrador de la Estacion .mp4

Figura 10. Imer Diaz Navaja, palabras de satisfacción por el proyecto



Certificado GP 134-1



Certificado SC 5278-1





# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



## 14 BIBLIOGRAFÍA

- ASHTON, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing . <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>
- Banrie. (2012). Monitoring Pond Water Quality to Improve Production | The Fish Site. <https://thefishsite.com/articles/monitoring-pond-water-quality-to-improveproduction>
- Bin, T., Alam, M. M., Absar, N., Andersson, K., & Shahadat, M. (2019). ScienceDirect ScienceDirect Conference on IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System. Procedia Computer Science, 155, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.08.025>
- Bonilla, I., Arturo, T., Morles, M., Guajardo, L., & Laines, C. (2016). Iot, El Internet De Las Cosas Y La Innovación De Sus Aplicaciones. Vinculatégica EFAN, 1, 2313–2340. <http://www.web.facpya.uanl.mx/Vinculategica/Revistas/R2/2313-2340 - Iot, El Internet De Las Cosas Y La Innovacion De Sus Aplicaciones.pdf>
- Chen, Y., & Han, D. (2018). Water Quality Monitoring in Smart City : A Pilot Project. 307–316.
- Contreras, C., Molina, J. A., Osma, P., & Zambrano, D. (2018). Construcción de 114 un Sistema de Adquisición y Transmisión Remota de la Calidad del Agua Basado en el Internet de las Cosas (IoT) para la acuicultura. Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2018-July(July), 19–21. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.367>
- FAO. (n.d.-a). FAO Fisheries & Aquaculture - Acuicultura. Acuicultura. Retrieved March 15, 2021, from <http://www.fao.org/fishery/aquaculture/es>
- FAO. (n.d.-b). FAO Fisheries & Aquaculture - Acuicultura. Focus: El Pescado Aporta Proteínas y Además Nutre El Cerebro. Retrieved March 15, 2021, from <http://www.fao.org/focus/s/fisheries/nutr.htm>
- FAO. (2008). PORTAL TERMINOLÓGICO DE LA FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/faoterm/es/?defaultColl=14>



**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



- Fiorella, K. J., Okronipa, H., Baker, K., & Heilpern, S. (2021). Contemporary aquaculture: implications for human nutrition. *Current Opinion in Biotechnology*, 70, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2020.11.014>
- Gao, G., Xiao, K., & Chen, M. (2019). An intelligent IoT-based control and traceability system to forecast and maintain water quality in freshwater fish farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166(August), 105013. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105013>
- Gavrilović, N., & Mishra, A. (2020). Software architecture of the internet of things (IoT) for smart city, healthcare and agriculture: analysis and improvement directions. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02197-3>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- Hadipour, M., Farrokhi, J., & Aghazadeh, M. (2020). An experimental setup of multi-intelligent control system ( MICS ) of water management using the Internet of Things ( IoT ). *ISA Transactions*, 96, 309–326. <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2019.06.026>
- Lopez, R., & Cubillos, D. (2016). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO QUE PERMITA LA LECTURA DE TEMPERATURA Y PH Y REGULE EL NIVEL DEL AGUA DE UN ACUARIO DEL LABORATORIO DE ACUICULTURA DEL PROGRAMA DE ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE FUSAGASUGÁ. Universidad de Cundinamarca.
- Marcillo, F. R., Triana, F. L., Gallo, V. T., Byron, J. E. G., Triana, F. L., Gallo, V. T., Oviedo, W., Oviedo, B. W., & Hernández, V. L. (2017). ScienceDirect 116 ScienceDirect " IoT FOR ENVIRONMENTAL VARIABLES IN URBAN AREAS " " IoT FOR ENVIRONMENTAL VARIABLES IN URBAN AREAS ". *Procedia Computer Science*, 109(2016), 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.05.296>
- OCDE. (2001). OECD Glossary of Statistical Terms - Environmental indicator Definition. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=830>



**Por una universidad con calidad, moderna e incluyente**

Carrera 6ª. No. 76-103 Montería NIT. 891080031-3 - Teléfono: 7860300 - 7860920

[www.unicordoba.edu.co](http://www.unicordoba.edu.co)



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

# UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

## PLANTILLA 4. INFORME FINAL DEL TRABAJO DE EXTENSIÓN

### Comité de Acreditación y Currículo Facultad de Ingenierías



- Red Hat. (n.d.). ¿Qué es la arquitectura orientada a los servicios? Retrieved March 17, 2021, from <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-native-apps/whatis-service-oriented-architecture>
- Rodríguez Gómez, H., & Escobar, E. A. (n.d.). Capítulo 111. LA CALIDAD DEL AGUA Y LA PRODUCTIVIDAD DE UN ESTANQUE EN ACUICULTURA. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Retrieved March 16, 2021, from <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34940>
- Suresh, M., Muthukumar, U., & Chandapillai, J. (n.d.). A Novel Smart WaterMeter based on IoT and Smartphone App for City Distribution Management. 1–5.
- Tziortzioti, C., & Mavrommati, I. (2019). IoT sensors in sea water environment: Ahoy! Experiences from a short summer trial. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 343, 117–130. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.014>
- Gómez, J., Oviedo, B., & Zhuma, E. (2016). Patient monitoring system based on internet of things. *Procedia Computer Science*, 83, 90-97.
- Gómez, J. E., Castaño, S., Mercado, T., Fernandez, A., & Garcia, J. (2017). Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos.

