

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

***INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS
PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS
VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.***

Director: Ing. Fernando Rivera Insignares

***Camilo Farfán Farfán
camilofarfanf@gmail.com
Antonio Corena
ajcorenac@gmail.com***

***UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO - FACULTAD DE INGENIERIA
Bogotá Colombia***

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

CONTENIDO

1	CONTEXTUALIZACIÓN DE PROYECTO	5
1.1	Caso de negocio	5
1.1.1	Antecedentes	5
1.1.2	Problema a solucionar.....	5
1.1.3	Descripción de la solución.....	6
1.1.4	Justificación	6
2	OBJETIVO DEL PROYECTO.....	6
2.1	Problema, necesidad u oportunidad a solucionar	6
3	EL WBS DEL PROYECTO	8
3.1	El árbol de tareas del proyecto	8
3.2	Diccionario del WBS	9
4	LA INGENIERÍA CONCEPTUAL.....	10
4.1	Estado del arte	10
4.2	Especificaciones técnicas del producto.....	11
4.3	Especificaciones de montaje físico.....	12
4.4	Especificaciones de calidad del producto	12
4.4.1	Normativa técnica del proyecto.....	12
4.4.2	Requerimientos legales y de contratación.....	12
4.5	Identificación de riesgos del proyecto	13
4.6	Gestión de riesgos	14
4.7	Responsables del proyecto	15
4.8	Organizacional.....	15
4.9	Legal	16
4.10	Financiero.....	16
4.11	Infraestructura	16
5	LA INGENIERÍA BASICA	16

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

5.1	Diagramas de Bloques del proyecto.....	16
5.2	Descripción de la solución.....	17
5.2.1	Internet de las Cosas - IoT	18
5.2.2	¿Qué es Sigfox?	18
5.2.3	Instrumentación de bovinos	19
5.2.4	Sensores de Signos Vitales Conectados a la red Sigfox.....	21
6	INGENIERIA DE DETALLE.....	25
6.1	Diagramas y planos de la solución	25
6.2	Selección de Componentes	25
6.3	Factibilidad técnica del proyecto	26
7	LA PROCURA (SUMINISTRO).....	27
7.1	Proveedores y su oferta	27
7.2	Precommissioning (Pruebas en fábrica)	27
7.4	Despacho de equipos	27
8	RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	28
8.1	Organigrama de la compañía	28
9	RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO.....	28
9.1	Tabla de Recursos.....	28
9.2	Total de los costos fijos	29
9.3	Gastos administrativos de la empresa	30
9.4	Costos Directos del proyecto	30
9.5	Costos de proyecto.....	31
9.6	Utilidad de proyecto.....	32
9.7	Precio de venta de proyecto	32
10.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	33
10.1	Diagrama de actividades del proyecto	33
11	PUESTA EN MARCHA DE PROYECTO	34
11.1	Entregables de proyecto	34
12	CAPACITACIÓN	34
13	ENTREGA	34

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

Referencias 35

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

1 CONTEXTUALIZACIÓN DE PROYECTO

1.1 Caso de negocio

1.1.1 Antecedentes

La industria cárnica colombiana ha perdido peso a nivel internacional debido a que no se ha masificado ni crecido pensando en la exportación por delante del abastecimiento local, lo que ha impedido que se realicen grandes inversiones en miras de alcanzar niveles de calidad que rivalicen con lo de países exportadores como Argentina o USA. Dicha calidad de los productos bovinos solo se puede conseguir por medio de mejoras en el cuidado, en la crianza, la alimentación, salud y pastoreo de los animales.

Para los grandes ganaderos del país es sabido que los animales que sufren de una enfermedad tienden a cambiar su comportamiento. Una vaca o un toro enfermo tienden a dormir en un área diferente, apartándose del grupo, cambiando su patrón de alimentación y de desplazamiento.

Por medio de nuestro sistema de monitoreo de bovinos, se busca generar una herramienta de seguimiento escalable que le permita a los grandes ganaderos del país disminuir los costos de sanidad animal, centralizando el historial de signos vitales de todos los animales de una finca, permitiendo conocer de forma oportuna y preventiva la salud de los animales, anticipándose a posibles brotes de epidemias y enfermedades que puedan afectarlos en conjunto, generando incrementos de costos por medicinas y muertes de animales.

1.1.2 Problema a solucionar

Actualmente se ve como los ganaderos desconocen a ciencia cierta el estado de sus animales, ya que solo se enteran cuando se desplazan hasta sus fincas. Son muchos los dueños de fincas y parcelas que necesitan conocer de forma precisa datos sobre los animales que poseen, debido a que muchas veces las inversiones que hacen en ganado son grandes y no se quiere arriesgar el capital que se ha invertido. Los ganaderos desean saber el estado de salud de los animales, saber cuándo han alcanzado la edad adulta o si están gestando crías, si la necesidad de desplazarse al lugar donde estos se encuentran, permitiendo ahorrar tiempo y dinero al conocer en tiempo real el estado actual de los animales.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

1.1.3 Descripción de la solución

Se propone diseñar un sistema de monitoreo de los animales, por medio de sensores de signos vitales y de geo-posicionamiento de baja potencia que se les colocaron a los animales, y que a su vez enviarán sus datos a varios receptores LPWAN que estarán colocados estratégicamente en las fincas. Los datos luego serán enviados por medio de Routers celulares a través de la red celular a un servidor que almacenará los datos de forma ordenada, y genera gráficas de seguimiento y caracterización de los animales las cuales serán accesibles por medio de una web app en la que el dueño de la finca podría revisar y monitorear sus animales.

1.1.4 Justificación

- *Beneficios Cliente:*
 - Reducción en los costos de saneamiento y mantenimiento de los animales, ya que con el uso del sistema se producirán posibles brotes de fiebre, anticipándose al contagio con otros animales.
 - Se reducirán las visitas de los médicos veterinarios y los zootecnistas a las fincas, ya que mucha de la información que necesitan saber, la podrán conocer por medio de la aplicación.
- *Beneficios stakeholders:*
 - Se generaron ganancias por venta de equipos en calidad de distribuidor único nacional.
 - Se venderá el soporte como servicio añadido al montaje del sistema completo. Los costos de implementación de todo el sistema de instrumentación irán disminuyendo a medida que más y más ganaderos vean en ella una forma rápida de monitorear a distancia sus animales.

2 OBJETIVO DEL PROYECTO

2.1 Problema, necesidad u oportunidad a solucionar

Actualmente en las fincas ganaderas del país, se contratan los servicios de médicos veterinarios y zootecnistas que son los que llevan los datos y realizan el monitoreo pasivo de los animales. Dependiendo si son animales para engorde, para producción de leche o doble propósito, se ajustan los parámetros de cuidado.

El médico veterinario es un profesional que se encarga de cuidar la salud de los animales,

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

estudiando, diagnosticando y tratando sus posibles enfermedades. El zootecnista se centra en identificar la mejor forma de aprovechar a los animales domésticos y silvestres para el beneficio del hombre, teniendo en cuenta el bienestar del animal. Además, se encarga de administrar adecuadamente la producción de los mismos bajo criterios de sostenibilidad.

El médico veterinario, que realiza visitas periódicas a las fincas o haciendas ganaderas, se encarga de llevar el registro de parámetros de los animales. Entre los parámetros que se monitorean se pueden mencionar:

- Historia clínica de cada animal
 - Vacunación
 - Controles sanitarios y seguimiento
 - Suministro de Purgas
 - Suministro de tratamientos médicos.
- Reportes de control de peso (engorde)
 - Alimentación
- Reportes de producción de leche
 - Pruebas de mastitis (inflamación de la ubre)
 - Reproducción - Gestación - Partos

El Zootecnista monitorea en sitio otros parámetros más enfocados en garantizar la sostenibilidad tanto financiera como ambiental del hato de ganado. Entre los parámetros que se tiene en cuenta se encuentran:

- Ganancia de Peso Total por Lote, animal y raza.
- Producción de Leche por Hora de Ordeño.
- Programas de Suplementación alimenticia.

En el ámbito de la instrumentación agropecuaria, se tienen sensores de todos tipo y sistemas de monitoreo de ganado que analizan signos vitales como la temperatura, el pulso los pasos que da el animal, con el fin de inferir problemas que estos podrían padecer en el futuro, anticipando la compra de suministros médicos y el cambio en los cuidados que se les dan a los animales.

Entre los ejemplos de instrumentación agropecuaria se pueden mencionar:

- MOOCALL - Sensor de parto: Ese sensor va montado en la cola del animal, y permiten saber cuándo las vacas van a parir, por la frecuencia con que mueven la cola. el sensor entonces envía SMS para alertar el posible parto.
- COWALERT es un sistema de vigilancia de la salud y la fertilidad de los rebaños lecheros. utiliza una combinación de software de análisis de datos altamente precisos y sensores inalámbricos robustos para proporcionar información sobre los

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

niveles de actividad de los animales (conteo de pasos, tiempos de pie, y desplazamiento diario), así como sobre sus cambios de temperatura corporal.

Los sensores que utilizan se sujetan una pata trasera del animal y poseen baterías que les permiten funcionar por hasta 5 años sin recarga.

3 EL WBS DEL PROYECTO

3.1 El árbol de tareas del proyecto

ARBOL DE TAREAS DE PROYECTO					
ITEM	TAREAS		SUBTAREAS		SUBTAREAS
1.1	COMPRA E IMPORTACIÓN DE EQUIPOS PARA PROYECTO.	1.1.1	FIRMA Y LEGALIZACIÓN DE CONTRATO.	1.1.3.1	COMPRA DE MATERIALES Y EQUIPOS.
		1.1.2	COTIZACION DE EQUIPOS.		
		1.1.3	IMPORTACION DE EQUIPOS.		
1.2	INSTALACIÓN DE EQUIPOS REMOTOS.	1.2.1	MEDICIÓN DE SEÑAL CELULAR EN LOCACIÓN.	1.2.2.1	PRUEBAS PREVIAS DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS (SENSORES, ROUTERS CEULARES Y TRANSMISORES SIGFOX)
		1.2.2	PRUEBAS PREVIAS.		
		1.2.3	INSTALACIÓN DE ANTENAS.	1.2.3.1	INSTALACIÓN DE ROUTER CELULARES Y TRANSMISOR SIGFOX EN ANTENAS EN LA FINCA Y PRUEBAS DE CONEXION.
		1.2.4	CALIBRACIÓN DE SENSORES.	1.2.4.1	CALIBRACIÓN DE SENSORES DE SIGNOS VITALES.
		1.2.5	INSTALACIÓN DE SENSORES.	1.2.5.1	INSTALACION DE SENORES DE SIGNOS VITALES EN BOVINOS.
1.3	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE CONJUNTO 1.	1.3.1	REVISION Y AJUSTE DE SENSORES.		
		1.3.2	TRAZABILIDAD DE MEDICIÓN DE SENSORES.		
		1.3.3	PRUEBAS DE ESTABILIDAD DE COMUNICACIÓN.		
1.4	CAPACITACIÓN 1.	1.4.1	EXPLICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS EN CAMPO.	1.4.1.1	CAPACITACIÓN A EMPLEADOS DE FINCA SOBRE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA, EQUIPOS.
		1.4.2	ENTRENAMIENTO PARA DIAGNOSTICO Y REPARACIÓN BÁSICO DE EQUIPOS.		

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

1.6	INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN EL CENTRO DE CONTROL.	1.6.1	INSTALACIÓN DE SERVIDOR Y ROUTER.	1.6.1.1	INSTALACION ELECTRICA EN OFICINA Y CABLEADO DE RED.
		1.6.2	PRUEBAS DE ESTABILIDAD ANTE FALLAS.	1.6.2.1	INSTALACIÓN DE UPS Y SIMULACIÓN DE BLACKUOT.
		1.6.3	PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE DATOS DE CAMPO.	1.6.3.1	INSTALACIÓN DE SOFTWARE THETHINGS.IO
		1.6.4	IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE MONITOREO.	1.6.4.1	IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE THETHINGS.IO PARA LA ADMINISTRACION DE LOS DISPOSITIVOS SOBRE EL SERVIDOR.
1.7	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CONJUNTO 2.	1.7.1	PRUEBAS DE FUNIONAMIENTO CONJUNTO DE EQUIPOS DE CAMPO CON EQUIPOS EN CENTRO DE CONTROL.		
		1.7.2	AJUSTES Y ARREGLOS FINALES.		
1.8	PRUEBAS FINALES.	1.8.1	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE SOFTWARE EN LA NUBE DESDE DIFERENTES EQUIPOS.		
		1.8.2	REVISION Y AJUSTES FINALES AL FUNIONAMINETO GLOGAL DEL EQUIPOS.		
1.9	ENTREGA FORMAL Y CAPACITACIÓN 2.	1.9.1	CAPACITACIÓN FINAL DEL SISTEMA COMPLETO Y ENTREGA AL CLIENTE.		

Tabla 1 Árbol de tareas de proyecto.

3.2 Diccionario del WBS

DICCIONARIO DEL WBS	
NOMBRE DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Medición de señal en locación	Medición de señal celular en locación y selección de lugares para instalación de antenas sigfox.
Pruebas previas	Pruebas previas de funcionamiento de equipos (sensores, Routers celulares y transmisores sigfox).
Instalación antenas	Instalación de Routers celulares y transmisor sigfox en antenas en la finca y pruebas de conexión.
Calibración de sensores	Calibración de sensores de signos vitales.
Instalación sensores	Instalación de sensores de signos vitales en bovinos.

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

Pruebas de funcionamiento conjunto 1	Prueba de funcionamiento de equipos en conjunto, se busca realizar conectividad general de instrumentos y comunicación.
Capacitación 1	Capacitación a empleados de finca sobre funcionamiento del sistema y equipos y sobre mantenimiento inicial.
Instalación de equipos en centro de control	Instalar equipos en centro de control.
Instalación servidor	instalación de servidor donde se almacenaran los datos de los signos vitales y mediciones importantes de los animales
Implementación software	Implementación de software thethings.io para la administración de los dispositivos sobre el servidor.
Pruebas de funcionamiento conjunto 2	Pruebas de recepción de la información de instrumentos de campo en software en la nube.
Pruebas finales	Pruebas finales de funcionamiento y arreglos de detalles.
Entrega final y capacitación 2	Entrega en totalidad de proyecto verificación de funcionamiento.

Tabla 2. Diccionario del WBS.

4 LA INGENIERÍA CONCEPTUAL

4.1 Estado del arte

Últimamente ha incrementado la necesidad de conocer y realizar seguimiento de los signos vitales de los animales en las fincas ganaderas, los estándares para realizar exportación son muy exigentes, a partir de esto muchas empresas han realizado sistemas de monitoreo de señales, implementando la instrumentación en los animales como medio para incrementar la calidad del producto y sus ingresos.

Entre las compañías e investigaciones de monitoreo de signos vitales para animales en fincas ganaderas encontramos:

- **Semtech Corporation** es un proveedor líder de productos semiconductores de señal mixta de alta calidad y analógicas. Estamos dedicados a brindar plataformas propietarias, diferenciados por la innovación, el tamaño, la eficiencia, el rendimiento y alcance. las soluciones se utilizan en algunos de los sistemas más innovadores y productos en los mercados de más rápido crecimiento hoy en día, entre los que se destacan la medición de signos vitales en animales. (Semtech, 2016).
- **Fujitsu** ofrece soluciones totales en el campo de la tecnología de la información y la comunicación. Además de prestar servicios múltiples, el negocio integral abarca el desarrollo, la fabricación, la venta y el mantenimiento de productos y dispositivos electrónicos de vanguardia de alta calidad que hacen posibles estos servicios, en la

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

actualidad se hace seguimiento y detección de estado de calor de las vacas. (Fujitsu, 2016)

4.2 Especificaciones técnicas del producto

Nuestro sistema de integración utiliza distintas tecnologías de hardware y software orientadas al internet de la cosas. Se pretende usar sensores que consumen poca energía, ya que estarán alimentados por baterías, por lo que la transmisión de los datos será periódica, o por demanda, sin ser constante, todo para cuidar el consumo de energía de los componentes y volver sostenible al sistema.

El sistema dispondrá de un sensor de temperatura, movimiento y GPS en forma de collar sujetado al cuello del animal. El sensor de temperatura permitirá detectar enfermedades como Fiebre, el sensor de movimiento y GPS permitirán monitorear posibles enfermedades como cojera, además de determinar qué tanto tiempo el animal está de pie, que cuando está acostado y en qué parte de la finca permanece la mayor parte del tiempo. Esta información se transmitirá por Sigfox/LPWAN gracias a un transmisor incluido dentro del sensor, hacia un concentrador o transceiver que recopilará la información la enviará a internet por medio de un router celular que estará dispuesto de forma estratégica en el área de pastoreo de los animales. La información se enviará a internet a un servidor en las oficinas centrales. Se diseñará un Dashboard adaptado a cada cliente usando la plataforma Thethings.io, que permitirá mostrar la información recopilada en infografías dinámicas que se actualizará cada que se reciban datos de los animales.

Debido al ambiente agreste de una finca ganadera, se buscará usar sensores robustos y confiables que puedan soportar altas y bajas temperaturas sin dejar de funcionar y sin requerir cambio de baterías constantemente. Lo mismo para los router celulares, lo cuales estarán dispuestos en lugares estratégicos de las fincas, para permitir recopilar la información inalámbricamente de forma rápida y sin traumatismos.

Para la gestión del sistema de monitoreo se dispondrá de dos servidores, uno principal y otro o de backup o redundante. Estos estarán instalados en un rack junto a un switch y un router o gateway para acceder a internet. El rack estará a su vez alimentado por una UPS para alimentarla en caso de cortes en el suministro eléctrico. El servidor tendrá un Display y un teclado y un mouse, para gestionarlo a su vez. Con el fin de disminuir los costos de operación y de licencias de software, el servidor usará CentOS, una distribución de linux específicamente diseñada para funcionar en servidores de alta capacidad. Los datos que se reciban de los sensores de campo, se almacenarán en el servidor, el cual luego los subirá a la red para mostrarlos en la plataforma / Dashboard, que se le desarrollará al cliente y a la que podrá acceder desde cualquier computador conectado a la red.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

4.3 Especificaciones de montaje físico

Durante la etapa de desarrollo se debe hacer una serie de recopilación de información sobre las condiciones físicas de la finca donde se realizara la instalación del producto de monitoreo.

- Distancia de trabajo de la finca:

Esta información es primordial para dimensionar el área donde permanecerán los animales a los que se medirá los signos vitales.

- Cantidad de Ganado:

De acuerdo al número de ganado de la finca se realizara la solicitud de instrumentos de medición de signos vitales.

4.4 Especificaciones de calidad del producto

4.4.1 Normativa técnica del proyecto

La terminología, Diseño y selección de los dispositivos debe cumplir con la última versión de las siguientes normativas:

- ANSI UL497 “safety Standards for protectors for communication Circuit”.
- RESOLUCIÓN del ICA No. 002341 (Agosto 23 de 2007): Por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado bovino y bufalino destinado al sacrificio para consumo humano.
- RESOLUCIÓN del ICA No. 3585 (Octubre 20 de 2008): Por la cual se establece el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo II del Título I del Decreto 616 de 2006.
- ISA 5.1 “Instrument Symbols and identification”.
- ISA 51.1 “Process Instrumentation Terminology”.

En caso de diferencias en las normas mencionadas anteriormente tendrá prelación la norma que cumpla con las necesidades de la instalación y puesta en marcha del proyecto.

4.4.2 Requerimientos legales y de contratación

Para la puesta en marcha del proyecto, se deben homologar los equipos de radiofrecuencia en las bandas de operación en Colombia. Para la comunicación con los sensores en los

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

animales se implementará una red Sigfox, la cual es una tecnología de transmisión de datos, orientada a internet de las cosas o IoT.

Por ser una tecnología nueva en nuestro país, se debe tramitar ante el Ministerio de TIC, para que asigne los permisos para implementar dicha tecnología en el espectro colombiano.

4.5 Identificación de riesgos del proyecto

- Daño en sensores, por mala instalación en los animales.
 - Se usarán sensores con correas que se aseguren correctamente sin posibilidad de soltarse al animal, tanto en el cuello como en la pata.
- Robo/dañado de los sensores por parte del personal que trabaja en la finca.
 - La red Sigfox que se implementará, alertará cuando un equipo/sensor salga del rango de alcance, por lo que alertará primeramente al personal en la finca de que un sensor ha sido robado o dañado.
- Falta de capacitación de los trabajadores de la finca en el mantenimiento sensores/antenas dispuestos en la finca.
 - Se realizarán capacitaciones al personal de la finca, para comprender el funcionamiento básico del sistema así como para realizar un mantenimiento de primer nivel de los equipos, el cual puede incluir, verificación visual y comprobación de encendido y apagado.
- Instalación de los servidores sin backup ni redundancia y sin protección contra blackouts y sobretensiones.
 - La instalación del rack de servidores, se realiza siguiendo todas las normas de seguridad para prevención contra caídas del suministro eléctrico o robo, ya que tanto la información como los equipos estarán cifrados para su acceso y administración.
- Falta de cobertura de la red celular en la finca.
 - Se realizarán mediciones de la señal en las fincas para cada uno de los operadores celulares, y así se escogerá para cada caso el mejor.
- Problemas en la homologación de los equipos LPWAN/Sigfox para operar en el país.
 - Se realizarán varias pruebas piloto de los equipos en campo, para agilizar el trámite ante el ministerio de telecomunicaciones -MINTIC.
- Fallas en el soporte prestados por los fabricantes de los sensores/equipos.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

- Se buscará usar equipos de empresas con soporte 24/7 para garantizar el funcionamiento de todo el sistema ante cualquier eventualidad o falla generalizadas.

4.6 Gestión de riesgos

- Daño en sensores, por mala instalación en los animales.
 - Se usarán sensores con correas que se aseguren correctamente sin posibilidad de soltarse al animal, tanto en el cuello como en la pata.
- Robo/dañado de los sensores por parte del personal que trabaja en la finca.
 - La red Sigfox que se implementará, alertará cuando un equipo/sensor salga del rango de alcance, por lo que alertará primeramente al personal en la finca de que un sensor ha sido robado o dañado.
- Falta de capacitación de los trabajadores de la finca en el mantenimiento sensores/antenas dispuestos en la finca.
 - Se realizarán capacitaciones al personal de la finca, para comprender el funcionamiento básico del sistema así como para realizar un mantenimiento de primer nivel de los equipos, el cual puede incluir, verificación visual y comprobación de encendido y apagado.
- Instalación de los servidores sin backup ni redundancia y sin protección contra blackouts y sobretensiones.
 - La instalación del rack de servidores, se realiza siguiendo todas las normas de seguridad para prevención contra caídas del suministro eléctrico o robo, ya que tanto la información como los equipos estarán cifrados para su acceso y administración.
- Falta de cobertura de la red celular en la finca.
 - Se realizarán mediciones de la señal en las fincas para cada uno de los operadores celulares, y así se escogerá para cada caso el mejor.
- Problemas en la homologación de los equipos LPWAN/Sigfox para operar en el país.
 - Se realizarán varias pruebas piloto de los equipos en campo, para agilizar el trámite ante el ministerio de telecomunicaciones -MINTIC.
- Fallas en el soporte prestados por los fabricantes de los sensores/equipos.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

- Se buscará usar equipos de empresas con soporte 24/7 para garantizar el funcionamiento de todo el sistema ante cualquier eventualidad o falla generalizadas.

4.7 Responsables del proyecto

RESPONSABLES DEL PROYECTO	
Empresa de ingeniería FARCOR LTDA	Finca Ganadera
Ingeniero de proyectos	Dueño de finca ganadera
Ingeniero de instrumentación	Administrador de finca
Ingeniero de redes	Administrador de finca
Ingeniero de Logística	
Instructor	Administrador de finca
Técnico de Redes	Capataz / Ayudantes de patio
Técnico de comunicaciones	Capataz / Ayudantes de patio
Técnico de instrumentación	Capataz / ayudantes de patio.
Administrador legal	Administrador de la finca

Tabla 3. Responsables del proyecto.

4.8 Organizacional

Para cumplir con las actividades pactadas en el proyecto, la compañía cuenta con personal altamente calificado en el área de instrumentación y telecomunicaciones además de soporte técnico por parte de las empresas que distribuye los equipos de comunicaciones e instrumentos de medición, estará compuesto por las siguientes áreas:

- El equipo de implementación de Ingeniería compuesto por los técnicos e ingenieros de instrumentación y redes se encargaran de garantizar la conectividad del sistema y visualización en tiempo real de las señales.
- El personal de Compras e importación de equipos tiene como tarea adquirir los equipos solicitados para el proyecto, realizar las labores legales para la llegada y puesta en marcha del sistema.
- El contratista de montaje eléctrico realizará la adecuación eléctrica para la conexión de todos los equipos que requieran energía como antenas servidores y demás.
- Contratista de obra civil implementara la adecuación de la finca para la instalación de equipos según los requerimientos del sistema

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

- Por último el instructor se encargará de enseñar por completo las utilidades del sistema a los funcionarios que trabajaran en esta labor y a la administración de la finca, guiada por un médico veterinario para su puesta en marcha.

4.9 Legal

Para la contratación de este proyecto es importante tener en cuenta que debe tener una empresa legalmente constituida en cámara y comercio según la normativa colombiana, para persona natural es necesario realizar un análisis más fuerte de las condiciones del cliente, es necesaria la siguiente documentación para la ejecución del proyecto

- Registro Único Tributario (RUT).
- Certificado de registro en cámara y comercio (vigencia 30 días).

Para personas Naturales se realiza estudio ante centrales de riesgo y diferentes entidades que garantice la solvencia del proyecto.

4.10 Financiero

La empresa cuenta con la capacidad financiera para la ejecución de este proyecto, la empresa cuenta con un patrimonio de \$1'000.000.000 (mil millones de pesos colombianos), con excelente capacidad de endeudamiento para cumplir sin ningún problema la ejecución del proyecto pactado, en la firma de contrato se exige el 50% del monto para iniciar las labores de compra de equipos y organización de proyecto, al finalizar se debe entregar el 50% restante.

4.11 Infraestructura

La empresa cuenta con instalaciones en la ciudad de Bogotá donde se encuentra el personal administrativo de la compañía, con equipos de cómputo para las labores administrativas de los proyectos que así lo requieran, se maneja directamente el área comercial y de importaciones desde nuestra oficina para realizar el desarrollo de los proyectos de una manera oportuna.

5 LA INGENIERÍA BÁSICA

5.1 Diagramas de Bloques del proyecto.

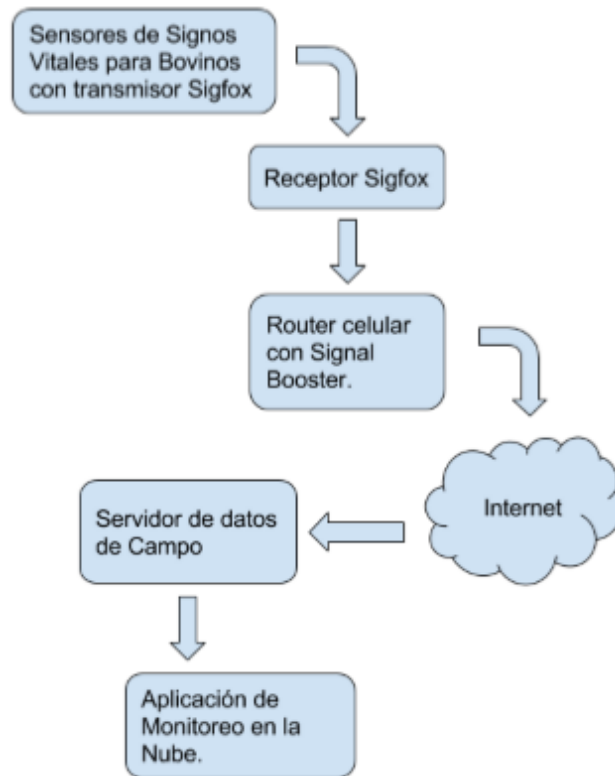


Ilustración 1. Diagrama de bloques del proyecto.

5.2 Descripción de la solución

El sistema de monitoreo está compuesto por un collar con sensores Sigfox para la medición de signos vitales que se atara al cuello de los bovinos, este collar a su vez tendrán antena de GPS Sigfox para ubicar en un mapa a cada uno de los animales de la finca.

Para enviar la información al centro de monitoreo, se dispondrá de un router celular, el cual transmitirá los datos a un servidor que estará conectado a internet. El servidor alojará una web App que funcionará como un Dashboard para el monitoreo de los datos de los animales y que se actualiza en vivo.

5.2.1 Internet de las Cosas - IoT

El término con el que se conoce a nivel mundial es IoT, por la sigla en inglés “Internet of things”, el cual fue concebido en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) en el año de 1999, definiendo una revolución en la forma en que se relacionan personas y objetos, pasando de una relación elemental para convertirse en un intercambio inteligente de datos en tiempo real a través de la red.

5.2.2 ¿Qué es Sigfox?

SIGFOX es el primer y único proveedor de conectividad celular dedicada al Internet de las Cosas y a las comunicaciones M2M. Su tecnología de radio basada en banda ultra estrecha UNB (“Ultra Narrow Band”) permite dotar de conexión inalámbrica, de largo alcance y bidireccional a Internet a una amplia gama de dispositivos. Su red elimina las barreras del coste y consumo de energía en la implementación de soluciones IoT y M2M al ofrecer una comunicación de bajo ancho de banda y ampliar considerablemente la vida de las baterías de los dispositivos conectados.

El objetivo de esta red es permitir la intercomunicación de máquina a máquina o M2M, de los objetos conectados, en nuestra vida cotidiana y que serán más de 50.000 millones en el año 2020.

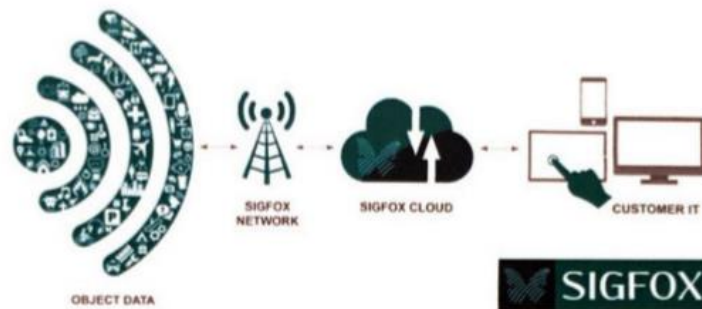


Ilustración 2. Diagrama SIGFOX.

SIGFOX propone la creación de una red independiente a la que, para conectarse, es necesario incorporar un chip que sea compatible con la misma. Para ello, trabaja con fabricantes como Texas Instruments, Atmel, Silicon Labs y otros para poder ofrecer distintos tipos de SOC, transceptores y componentes de conexión a su red.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

Especificaciones Técnicas de Sigfox En la red SIGFOX se transmiten mensajes de 12 bytes, pudiendo enviar 140 mensajes al día. El protocolo de metadatos ya incluye una marca de tiempo o timestamp y la identificación de cada dispositivo de forma única. Los dispositivos que pueden utilizar esta red van desde termostatos, detectores de humo, de presencia, localizadores, etcétera, que pueden enviar alertas o geo-localizar un objeto.

Entre las ventajas para la comunicación en redes IoT de Sigfox, se pueden mencionar:

- Eficiencia energética, alargando la duración de la batería en algunos dispositivos hasta 15 años, más allá en muchos casos de su vida útil.
- Uso de frecuencias libres (ISM) resistentes frente a interferencias.
- Conectividad Ultra Narrow Band (UNB) bidireccional.
- Gestión sencilla y basada en la nube. Se controlan todos los dispositivos conectados a la red desde un único lugar.
- Libre de derechos y royalties.
- Cobertura internacional. (Cabello, 2016).

Frecuencias de la red Sigfox en el Mundo

FRECUENCIAS RED SIGFOX		
Región	Frecuencia	Regulación
Europa, Medio Oriente	868 MHz	ETSI 300-220
Norte América	902 MHz	FCC part 15
Su America, Australia, Nueva Zelandia	920 MHz	ANATEL 506, AS/NZS 4268

Tabla 4. Frecuencias de la red SIGFOX en el mundo.

5.2.3 Instrumentación de bovinos

Con el fin de ayudar al granjero, se han desarrollado sistemas de sensores para determinar automáticamente los indicadores fisiológicos y de comportamiento de los animales. Estos indicadores, características o parámetros se utilizan como entrada para posteriores métodos de análisis de datos. Los sensores para la adquisición de datos en ganado se pueden clasificar en dos tipos: sensores invasivos y no invasivos.

- **Sensores Invasivos:** Para las mediciones de alta precisión de algunos parámetros fisiológicos se requiere colocar sensores que dentro de la vaca (por ejemplo en el rumen, bajo la piel). Los sensores típicos de este tipo son los termómetros para medir la temperatura corporal central o la presión vaginal durante el parto. Sensores para la medición de la conductividad eléctrica y el valor de pH del líquido del rumen son otros ejemplos.
 - La ventaja de los sensores invasivos es que permiten obtener medidas fiables que no son afectados por las condiciones externas.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

- Las desventajas son las dificultades para la reutilización de los sensores, el tiempo de aplicación limitado de los sensores debido a la energía requerida y la colocación dentro de la vaca.
- **Sensores No Invasivos:** Con el fin de supervisar el ganado a lo largo de un día, la forma más fiable consiste en conectar los sensores a cada animal usando por ejemplo un collar cervical o una cinta de tobillo. Sensores típicos de este tipo son acelerómetros, sensores de vibración, podómetros, termómetros para medir la temperatura (a nivel hipodérmico), sensores de humedad (a nivel de la piel) entre otros.
 - La ventaja de este tipo de sensores es una observación continua de los animales.
 - Las desventajas son un mayor esfuerzo para acceder a los datos de los sensores, así como un mayor riesgo de daños de las cajas de sensores por los movimientos de los animales. Ambos inconvenientes sin embargo se pueden superar gracias a los avances en la tecnología moderna.

Para nuestra aplicación se usarán sensores no invasivos, ya que son más fáciles de colocar en los animales, y su vida útil es más larga. A continuación se muestra una tabla con algunos de los trastornos y/o enfermedades presentes en las vacas, que podrían ser detectados gracias a los sensores que se colocaran en los animales. (Miss. Amruta Helwatkar, 2014)

SENSORES ASOCIADOS A LAS ENFERMEDADES			
Enfermedad	Descripción del trastorno o enfermedad	Cambios en el comportamiento	Tipo de sensor
Fiebre	Cambios en el comportamiento general del animal.	Alta / baja temperatura y cambios en la actividad del animal	Temperatura / Acelerómetro
Cojera	Movimiento anormal durante la locomoción acreditada ya sea el pie o una pierna.	De pie / acostado	Acelerómetro / GPS
Mastitis	La mastitis es una inflamación de la Ubre y el tejido en la glándula mamaria y es una enfermedad endémica líder de productos lácteos ganado. puede ocurrir como consecuencia de químicos o lesión térmica a la ubre	No están bien definidos	Acelerómetro
Cetosis	Se caracteriza por la depresión y anorexia parcial. Se presenta rara vez en las vacas al final de la gestación. En adición a la pérdida de apetito, se observan esporádicamente síntomas de la disfunción nerviosa, falta de coordinación, modo de andar anormal y hostilidad.	Cambio en el pastoreo	Acelerómetro

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA		
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO		

Diarrea Heifer	El Pestivirus es el responsable de esta enfermedad. Si la vaca infectada expulsa heces acuosas con mucosas varias veces al día, esto causa la pérdida de agua y sal, provocando la debilidad, adelgazamiento, inapetencia y la muerte si no se trata correctamente y en el tiempo.	Alta Temperatura	Temperatura
Neumonía Heifer	Es una enfermedad multifactorial. Se debilita el sistema inmunológico del ganado y causa síntomas como fiebre, secreción ocular, inapetencia, paso torpe, disminución de la temperatura y tos en el ganado.	Cambios en el pastoreo y en la alimentación	Acelerómetro / GPS / Temperatura

Tabla 5. Sensores asociados a enfermedades en animales.

5.2.4 Sensores de Signos Vitales Conectados a la red Sigfox

Teniendo en cuenta lo anterior, los sensores que se seleccionaron para la medición de parámetros en los bovinos son los siguientes:

Sensor de Temperatura - MONNIT WIRELESS TEMPERATURE SENSOR



Ilustración 3. Sensor de temperatura.

El Sensor de temperatura tipo NTC termistor inalámbrico de fabricación canadiense de Monnit puede operar a la frecuencia de la red sigfox en Colombia, es decir 920 MHz.

Entre sus características se pueden mencionar:

- Alimentación con batería en formato moneda reemplazable 2.0 - 3.6 VDC.
- Frecuencias de comunicación RF: 900, 920, 868 and 433 MHz.
- Dimensiones: 1.775" x 1.040" x 0.785".
- Antena: 4".
- Temperatura de operación: de -7°C a 60°C (20°F - 140°F)

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

- Rango de Temperatura del Termistor (solo del Termistor): -40°C a +125°C (-40°F a +257°F).
- Exactitud @ 25°C +/- 1% (1° C or 1.8° F).
- Exactitud de calibración para el usuario +/- 0.25°C +/- 0.25°C (± 0.45° F).
- Permite programar los intervalos en lo que se activa para enviar datos de temperatura y luego apagarse, para ahorrar batería en el modo Heartbeat.
- Duración de batería: entre 1 y 2 años. (Monnit Corporation, 2016)

Acelerómetro - MONNIT WIRELESS ACCELEROMETER



Ilustración 4. Acelerómetro

El acelerómetro inalámbrico de Monnit es una, está compuesto por un sensor capacitivo que es capaz de medir la aceleración en tres ejes. Este acelerómetro se puede utilizar en para medir el impacto, vibración, inclinación en un activo. Está disponible para operar en la frecuencia asignada de la red Sigfox en Colombia es decir 920 MHz. El Acelerómetro cuenta con un Sensor de inclinación, el cual se activa en un intervalo de tiempo determinado (Heartbeat) y convierte las medidas del acelerómetro en cabeceo y balanceo (de 0 a 180 ° - > -180 ° a 0 °). Los datos se muestran en grados con 0,1° de resolución.

Entre las variables que puede identificar se puede mencionar:

- Rango de temperatura de operación: -7°C a +60°C (20°F a +140°F).
- Sensibilidad: 4096 cuentas/g.
- Rangos de selección de sensibilidad: +/-2 G, +/-4 G, +/-8 G.
- Exactitud de la medida: ±2.5 % (Fuerzas: X, Y, Z).
- Fuerza G mínima para encender / despertador: hasta 0.050 g - 0.100 g.
- Intervalo de actualización más rápida: 1 Minuto.
- Ancho de banda para datos de medición: 800 Hz.
- Resolución de medición: (solo perfil 4 Tilt) 0.1°. (Monnit Corporation, 2016)

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

GPS - TRANSMISOR NASHTAG DE NASHTEC



Ilustración 5. GPS.

En Sensor Nashtag de Nashtec es un dispositivo rastreador GPS que incluye además sensor de temperatura y de movimiento para el rastreo y monitoreo de activos móviles no energizados como animales. El equipo está certificado para funcionar dentro de la red Sigfox.

Entre sus características más importantes se pueden mencionar:

- Producto industrial: a prueba de agua (IP68) y robusto (IK08).
- Alta Autonomía: puede funcionar hasta 10 años o más, dependiendo de la configuración.
- Precisión del GPS de hasta 0,5 metros.
- Funciona sin una tarjeta SIM usando la red SIGFOX específicamente diseñada para IoT.
- Diseño / Fabricación francesa: cumple con las normas ISO 9001/14001.
- Se le pueden agregar sensores a petición de temperatura, detección de movimiento, humedad y odómetro. (Nashtec, 2016)

Thethings.io

Thethings.io es una plataforma de Internet de las Cosas que permite una conexión rápida y escalable de las cosas a la Internet, permitiendo controlar y gestionar los dispositivos en tiempo real y obtener informes analíticos flexibles.

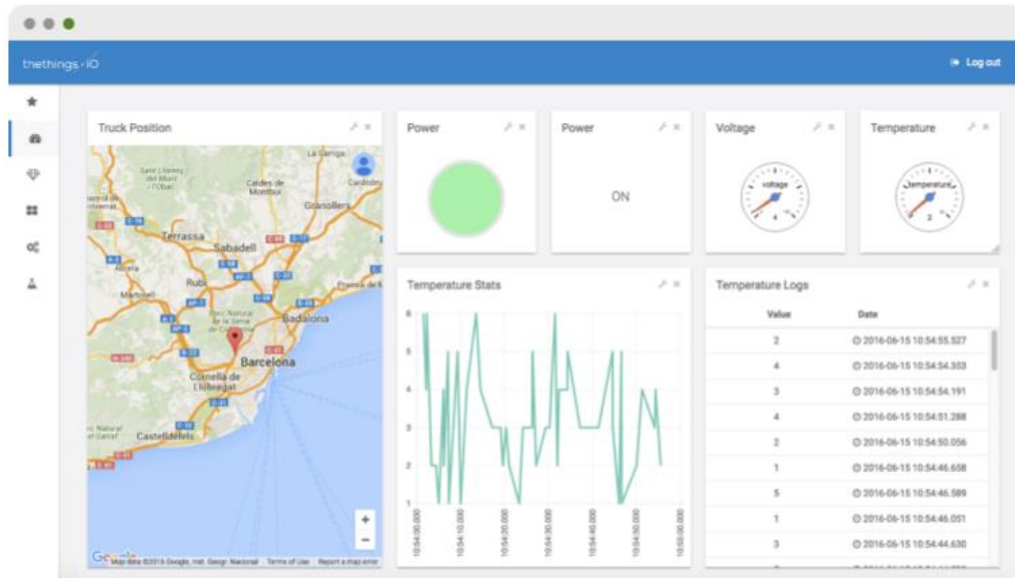


Ilustración 6. Presentación Thethings.io

Thethings.io le permite crear cuadros de mando y paneles de control para los clientes finales con los estilos de marcas personalizadas y las URL de su empresa. Con estos cuadros de mando, sus clientes finales pueden monitorizar, analizar o interactuar con sus productos.

La plataforma Thethings.io de origen español presenta las siguientes características:

- APIs y Bibliotecas Optimizadas:
 - Gracias al API del thethings.io, se pueden crear librerías para conectarse a la plataforma desde cualquier dispositivo.
- Admite Múltiples plataformas y protocolos
 - Plataformas como: Arduino | Raspberry Pi | Atmel | ESP8266 | Econais | Electric Imp | Intel Edison | Sigfox.
 - Protocolos como: HTTP | Websockets | MQTT | CoAP | UDP | TCP con encriptación SSL.
- Administración de dispositivos y licenciamiento:
 - Permite gestionar los dispositivos y almacenar sus datos en tiempo real, habilitando la comunicación en tiempo real entre los dispositivos y el acceso a sus datos en cualquier momento.
- Almacenamiento de datos ilimitado.
 - Las empresas pueden almacenar datos en tiempo real con un control total y la propiedad de sus datos, disminuyendo los costos iniciales con una tarifa baja.
- Código para funciones y trigger en la nube:
- Monitoreo y visualización de los datos. (Thethings.io, 2016)

- Se puede crear Dashboard IoT personalizados para controlar en tiempo real el comportamiento y estado de sus clientes y productos.

6 INGENIERIA DE DETALLE

6.1 Diagramas y planos de la solución

El siguiente Diagrama explica la gráficamente la conexión e interoperabilidad de los equipos a instalar tanto en los animales como en las fincas y en el centro de control en Bogotá.

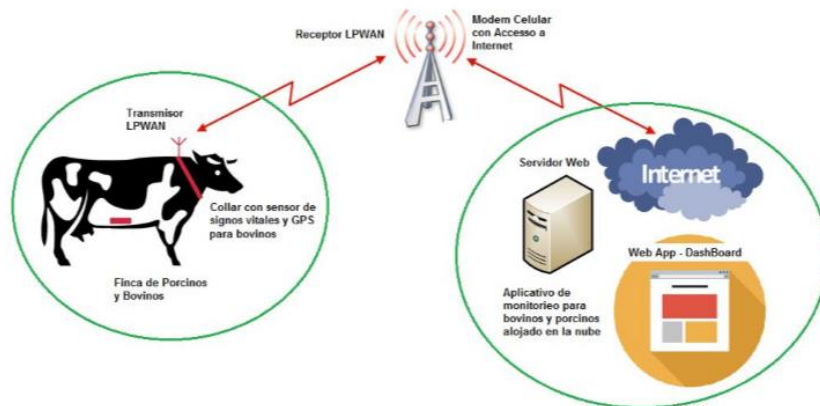


Ilustración 7. Conexión e interoperabilidad de equipos.

6.2 Selección de Componentes

1. Para la implementación del Dashboard en internet se usará **thethings.io**, una específicamente diseñada para implementar desarrollos de software de aplicaciones IoT. **Thethings.io** permite obtener datos de diferentes fuentes, y organizarlos en infografías dinámicas usando HTML5.
2. Se usará un router que servirá de conexión/gateway entre la red Sigfox y la red satelital.
3. Para los sensores que se sujetarán al cuello de los animales, se usará el transmisor **Sigfox GPS Nashtag** y los sensores de temperatura y acelerómetro de **MONNIT WIRELESS**.
4. Se usará un **router celular Sierra Wireless** para la transmisión de los datos por la red celular.
5. Para el servidor se usará un Servidor en rack **PowerEdge R220**, junto con switch capa 3 **Cisco Catalyst 3560**, para configurar enrutamiento en capa 2 y 3.
6. Se requiere instalar un red sigfox, con antenas ubicada estratégicamente en la finca ganadera, por lo que para cada caso, se analizará cuántas se necesitarán.

LISTADO DE COMPONENTES GENERALES

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Transmisor Sigfox Nashtag con sujetador para Bovinos	100
2	Routers Celulares Sierra Wireless con SIM Card en APN privado de operador celular con cobertura en la finca.	10
3	Switch capa 3 Cisco Catalyst 3560	2
4	Servidor en rack PowerEdge R220	2

Tabla 6. Listado de componentes generales.

LISTADO DE COMPONENTES PARA CLIENTE		
Ítem	Descripción	Cantidad
1	Transmisor Sigfox Nashtag GPS	100
2	Sensor de temperatura Sigfox de Monnit	100
3	Acelerómetro inalámbrico Sigfox de Monnit	100
4	Routers Celulares Sierra Wireless con SIM Card en APN privado de operador celular con cobertura en la finca.	5
5	Router para interconexión entre red Sigfox y Red celular	5
6	Acceso a una cuenta en TheThings.io con su propio Dashboard con la información vital de sus animales.	1

Tabla 7. Listado de componentes de cliente.

6.3 Factibilidad técnica del proyecto

La complejidad del proyecto radica en que tan factible sea homologar la red Sigfox/LPWAN y los sensores que funcionan dentro de ella en Colombia, ya que el resto de la tecnología opera a plenitud sin problemas o se puede desarrollar desde cero sin contratiempos, como es el caso del Dashboard en internet.

La instalación de los equipos en los animales, en las fincas ganaderas puede tomar algún tiempo, debido a que es necesario realizar demos antes de poner en marcha todo el sistema. Se debe realizar pruebas de comunicación y de almacenamiento de la información en el servidor antes de montar el Dashboard en internet, por lo que esta parte debe ser la última a la hora de implementar toda la integración completa y entregarla al cliente funcionando.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

7 LA PROCURA (SUMINISTRO)

7.1 Proveedores y su oferta

En la implementación de este proyecto la instrumentación instalada en los animales con función de acelerómetro y medición de temperatura son de fabricación canadiense, del fabricante Monnit, para realizar la actividad de rastreo se utilizará un sensor Nashtag de la compañía Nashtec todo esto de la mano de una plataforma de Internet llamada Thethings.io que permite una compatibilidad alta para el proyecto y perfecta funcionalidad.

7.2 Precommissioning (Pruebas en fábrica)

Todos los instrumentos implementados en el montaje del proyecto cuentan con garantía de 3 años por parte de los fabricantes lo que garantiza respaldo en la instalación de equipos, los contratistas de obra civil y montaje eléctrico realizarán las pruebas correspondientes según la solicitud de los ingenieros de la compañía.

Luego de finalizar el proyecto se deben realizar las siguientes actividades.

Inspección física:

- Verificación collares en animales
- Verificación cableado de equipos.
- Verificación de instalación de instrumentos.
- Verificación de oficina de servidor.
- Verificación de área de trabajo.

Inspección eléctrica:

- Pruebas de comunicaciones entre dispositivos.
- Verificación de identificación desde servidor de collares.
- Transmisión continua de dispositivos.
- Chequeo de señales con patrones de medida.
- Verificar estado de baterías de equipos.
- Verificación de respuesta de GPS.

7.4 Despacho de equipos

El despacho de equipos será responsabilidad de EL VENDEDOR el cual tendrá la obligación de empacar los equipos y materiales de la manera adecuada hasta el sitio del proyecto con el fin de mantener las especificaciones y correcto funcionamiento en la finca donde se implementará el sistema de monitoreo de signos vitales.

8 RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

8.1 Organigrama de la compañía

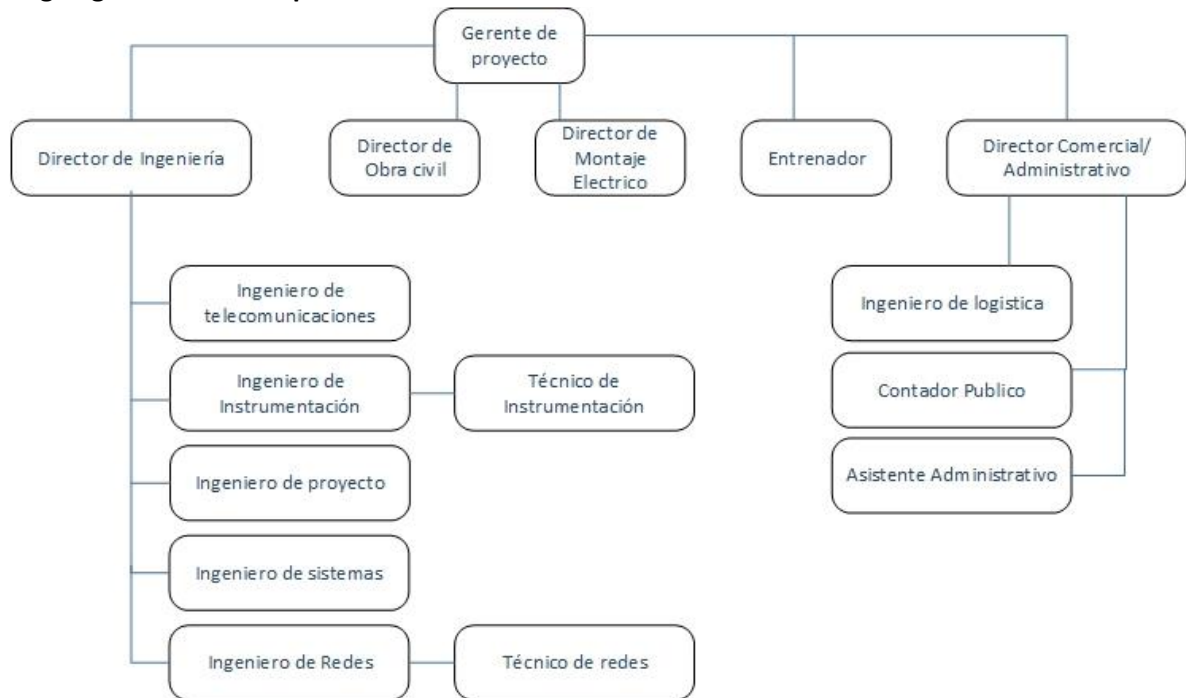


Ilustración 8. Organigrama de la compañía.

9 RECURSOS PARA IMPLEMENTAR EL PROYECTO

9.1 Tabla de Recursos

Tabla de recursos	
nombre	horas
Administrativos	344 horas
<i>Proyecto sensores de signos vitales en bovinos</i>	<i>344 horas</i>
Ingeniero de redes	126,4 horas
<i>Pruebas previas</i>	<i>4,8 horas</i>
<i>Instalación servidor</i>	<i>25,6 horas</i>
<i>Pruebas de funcionamiento conjunto 2</i>	<i>80 horas</i>
<i>Prueba finales</i>	<i>16 horas</i>
Ingeniero en instrumentación	220,8 horas
<i>Pruebas previas</i>	<i>24 horas</i>

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

<i>Calibración de sensores</i>	<i>32 horas</i>
<i>Instalación sensores</i>	<i>32 horas</i>
<i>Pruebas de funcionamiento conjunto 1</i>	<i>56 horas</i>
<i>Capacitación 1</i>	<i>12,8 horas</i>
<i>Pruebas de funcionamiento conjunto 2</i>	<i>48 horas</i>
<i>Prueba finales</i>	<i>16 horas</i>
Contratista obra civil	120 horas
<i>Instalación antenas</i>	<i>120 horas</i>
<i>Contratista montajes eléctricos</i>	<i>120 horas</i>
<i>Instalación antenas</i>	<i>120 horas</i>
Técnico en instrumentación	16 horas
<i>Medición de señal en locación</i>	<i>16 horas</i>
Instructor	32 horas
<i>Capacitación 1</i>	<i>32 horas</i>
Ingeniero de sistemas	160 horas
<i>Implementación software</i>	<i>160 horas</i>
Técnico en redes	88 horas
<i>Pruebas de funcionamiento conjunto 1</i>	<i>56 horas</i>
<i>Instalación servidor</i>	<i>32 horas</i>
Ingeniero de proyecto	8 horas
<i>Entrega final y capacitación 2</i>	<i>8 horas</i>
<i>Compra de equipos</i>	<i>0 horas</i>
Ingeniero logística	40 horas
<i>Compra e importación de equipos</i>	<i>40 horas</i>

Tabla 8. Recursos.

9.2 Total de los costos fijos

ACTIVIDAD	COSTO
Antenas de Comunicación	\$ 200.000.000,00
Sensores de temperatura	\$ 10.000.000,00
Acelerómetro	\$ 10.000.000,00
GPS	\$ 15.000.000,00
Collares	\$ 3.000.000,00
Costo de Ingeniería	\$ 12.000.000,00
Software	\$ 10.000.000,00
Servidor	\$ 50.000.000,00

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

Total	\$ 310.000.000,00
--------------	--------------------------

Tabla 9. Costos Fijos de proyecto.

9.3 Gastos administrativos de la empresa

FUNCIONARIO	SALARIO MENSUAL	CARGA PRESTACIONAL	VALOR SEMANAL	SEMANAS	TOTAL
Gerente de proyecto	6000000	300000	1575000	6	\$37.800.000,00
Contabilidad	2000000	100000	525000	6	\$12.600.000,00
Director administrativo	2500000	125000	656250	6	\$15.750.000,00
Director de Ingeniería	2600000	130000	682500	6	\$16.380.000,00
Director de Obra civil	2400000	120000	630000	6	\$15.120.000,00
Director de Montaje eléctrico	2700000	135000	708750	6	\$17.010.000,00
Asistente administrativo	1400000	70000	367500	6	\$8.820.000,00
TOTAL					\$123.480.000,00

Tabla 10. Gastos Administrativos de proyecto

9.4 Costos Directos del proyecto

NOMBRE DE RECURSO	CAPACIDAD MÁXIMA	TASA ESTANDAR	COSTO / USO	ACUMULAR
ADMINISTRATIVOS	100%	\$0,00/hora	\$123.480.000,00	Prorratio
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES	100%	\$8.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
INGENIERO DE REDES	100%	\$8.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
INGENIERO EN INSTRUMENTACIÓN	100%	\$10.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
CONTRATISTA OBRA CIVIL	100%	\$0,00/hora	\$17.500.000,00	Fin
CONTRATISTA MONTAJES ELÉCTRICOS	100%	\$0,00/hora	\$20.000.000,00	Fin
TECNICO EN INSTRUMENTACIÓN	100%	\$7.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
INSTRUCTOR	100%	\$10.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
INGENIERO DE SISTEMAS	100%	\$3.000,00/hora	\$0,00	Prorratio

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

TECNICO EN REDES	100%	\$6.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
INGENIERO DE PROYECTO	100%	\$12.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
COMPRA DE EQUIPOS	100%	\$0,00/hora	\$0,00	Prorratio
INGENIERO LOGISTICA	100%	\$7.000,00/hora	\$0,00	Prorratio
OVERHEAD	100%	\$0,00/hora	\$24.696.000,00	Prorratio
USO DE RECURSO TECNOLÓGICO	100%	\$0,00/hora	\$10.000.000,00	Comienzo
OSCILOSCOPIO	100%	\$0,00/hora	\$100.000,00	Comienzo
ANALIZADOR DE SEÑALES	100%	\$0,00/hora	\$2.000.000,00	Comienzo
MEDIDOR DE SEÑALES	100%	\$0,00/hora	\$10.000.000,00	Comienzo
PATRONES DE EQUIPOS	100%	\$0,00/hora	\$2.000.000,00	Comienzo
TOTAL			\$209.776.000,00	

Tabla 10. Costos Indirectos del proyecto.

9.5 Costos de proyecto

NOMBRE DE TAREA	COSTO FIJO	ACUMULACIÓN DE COSTOS FIJOS	COSTO TOTAL	PREVISTO	VARIACIÓN	RESTANTE
PROYECTO SENSORES DE SIGNOS VITALES EN BOVINOS	\$0,00	Prorratio	\$616.491.200,00	\$0,00	\$616.491.200,00	\$616.491.200,00
INICIO	\$0,00	Prorratio	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
COMPRA E IMPORTACIÓN DE EQUIPOS	\$250.000.000,00	Prorratio	\$250.280.000,00	\$0,00	\$250.280.000,00	\$250.280.000,00
INSTALACIÓN DE EQUIPOS REMOTOS	\$0,00	Prorratio	\$52.630.400,00	\$0,00	\$52.630.400,00	\$52.630.400,00
MEDICIÓN DE SEÑAL EN LOCACIÓN	\$0,00	Prorratio	\$12.212.000,00	\$0,00	\$12.212.000,00	\$12.212.000,00
PRUEBAS PREVIAS	\$0,00	Prorratio	\$278.400,00	\$0,00	\$278.400,00	\$278.400,00
INSTALACIÓN ANTENAS	\$0,00	Prorratio	\$37.500.000,00	\$0,00	\$37.500.000,00	\$37.500.000,00
CALIBRACIÓN DE SENSORES	\$0,00	Prorratio	\$2.320.000,00	\$0,00	\$2.320.000,00	\$2.320.000,00
INSTALACIÓN SENSORES	\$0,00	Prorratio	\$320.000,00	\$0,00	\$320.000,00	\$320.000,00
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CONJUNTO 1	\$0,00	Prorratio	\$896.000,00	\$0,00	\$896.000,00	\$896.000,00
CAPACITACION 1	\$0,00	Prorratio	\$448.000,00	\$0,00	\$448.000,00	\$448.000,00

INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN CENTRO DE CONTROL	\$50.000.000,00	Prorrateo	\$150.876.800,00	\$0,00	\$150.876.800,00	\$150.876.800,00
INSTALACIÓN SERVIDOR	\$0,00	Prorrateo	\$396.800,00	\$0,00	\$396.800,00	\$396.800,00
IMPLEMENTACION SOFTWARE	\$100.000.000,00	Prorrateo	\$100.480.000,00	\$0,00	\$100.480.000,00	\$100.480.000,00
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO CONJUNTO 2	\$0,00	Prorrateo	\$1.120.000,00	\$0,00	\$1.120.000,00	\$1.120.000,00
PRUEBA FINALES	\$0,00	Prorrateo	\$288.000,00	\$0,00	\$288.000,00	\$288.000,00
ENTREGA FINAL Y CAPACITACIÓN 2	\$0,00	Prorrateo	\$96.000,00	\$0,00	\$96.000,00	\$96.000,00
FIN	\$0,00	Prorrateo	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00

Tabla 12. Costo de proyecto.

9.6 Utilidad de proyecto

Para el sistema de monitoreo de signos vitales de animales se desea obtener una utilidad del 30% para la venta del proyecto ya que en Colombia aún no se ha iniciado implementación de sistemas iguales en otras compañías.

9.7 Precio de venta de proyecto

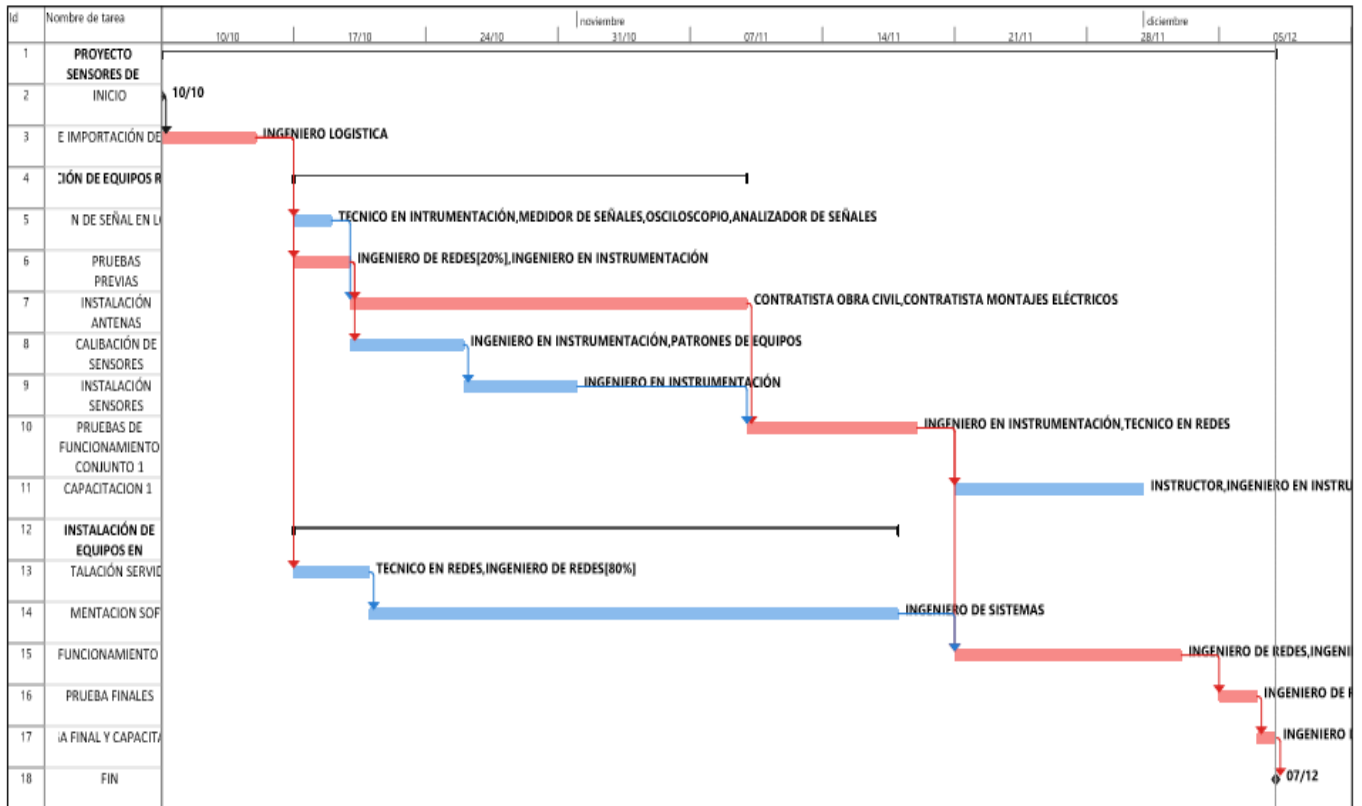
CONCEPTO	VALOR	RENTABILIDAD
Costo del proyecto	\$ 614.811.200,00	N/A
Precio de mercado	\$ 799.254.560,00	30%
Precio de venta mínimo	\$ 786.958.336,00	28%
Precio de venta publica	\$ 793.106.448,00	29%

Tabla 13. Precio de venta del proyecto.



10. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

10.1 Diagrama de actividades del proyecto



INGENIERÍA BÁSICA, CONCEPTUAL, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES DE BOVINOS EN FINCAS GANADERAS.

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

11 PUESTA EN MARCHA DE PROYECTO

11.1 Entregables de proyecto

LISTADO DE PRODUCTOS ENTREGABLES AL CLIENTE		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Civil y Eléctrica	
1.1	Entrega de estudio para instalación eléctrica y de obra civil	1
1.2	Entrega de diagrama de obra civil	1
1.3	Entrega de diagramas de planos eléctricos	1
1.4	Entrega de avance semanal de proyecto	6
1.5	Informe de cumplimiento con Normativa	1
1.6	Entrega de Acometida eléctrica	
1.7	Entrega de Obra civil	
2	Instrumentación	
2.1	Entrega de Manuales de usuario de Instrumentos	1
2.2	Guía rápida de instalación de collares	1
2.3	Certificado de calibración de equipos	1
2.4	Entrega semanal de cumplimiento	6
2.5	Entrega final de instrumentos instalados	
3	Comunicaciones	
3.1	Entrega de Manuales de usuario de Instrumentos	1
3.2	Formato para soluciones de fallos por usuario	1
3.3	Entrega semanal de cumplimiento	6
3.4	Entrega final de equipos de comunicaciones transmitiendo	1
4	Instructor	
4.1	Emitir calificación de personal capacitado	1
4.2	Entregable de desempeño	1

Tabla 14. Entregables de proyecto.

12 CAPACITACIÓN

En el proyecto hay dos capacitaciones a los usuarios finales la primera garantiza el conocimiento del producto instalado y la segunda el manejo del producto en conjunto dando paso a la entrega del proyecto de monitoreo de signos vitales y posición de animales de fincas ganadera.

13 ENTREGA

El proyecto finaliza con la entrega del producto final con muy buena calidad cumpliendo la normativa que se requiere para el uso de equipos electrónicos en animales, permitiendo al dueño

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRONICA	
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO	

de la finca tener seguridad de sus animales, incremento de ingresos y mejora de calidad en el producto final “carne o leche” según lo disponga el cliente.

Referencias

- Cabello, C. (01 de 01 de 2016). *Sigfox La Red Para El Internet De Las Cosas*. Obtenido de <http://www.nobbot.com: http://www.nobbot.com/redes/sigfox-la-red-para-el-internet-de-las-cosas/>
- Fujitsu. (16 de 09 de 2016). *Fujitsu*. Obtenido de <http://www.fujitsu.com/co>
- Miss. Amruta Helwatkar, D. R. (2014). *Sensor Technology For Animal Health Monitoring*. Liverpool, UK: Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology.
- Monnit Corporation. (2016). *Wireless Accelerometer Sensor*. Obtenido de <http://www.monnit.com/Products/Wireless-Sensors/Coin-Cell/Wireless-Accelerometer---Tilt-Sensor>
- Monnit Corporation. (2016). *Wireless Temperature Sensor Data Sheet*. Obtenido de <http://resources.monnit.com/content/documents/datasheets/commercial/MD001-Temperature-Sensor-Data-Sheet.pdf>
- Nashtec. (2016). *NashTag, standalone telematics module UNB*. Obtenido de <http://www.nashtec.fr/en/pages/nashtag-standalone-telematics-module-unb>
- Semtech. (19 de 09 de 2016). *Semtech*. Obtenido de Semtech: <https://www.semtech.com>
- Thethings.io. (2016). Obtenido de <https://thethings.io/>