



**Universidad Tecnológica  
del Norte de Guanajuato**  
Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado

"Educación y progreso para la vida"

## **"Centro de Manejo y Desarrollo de IoT"**

### **REPORTE DE ESTADÍA**

Que para Obtener el Título de : Técnico Superior Universitario en  
**Desarrollo de Software Multiplataforma**

#### **Presenta:**

**Cruz Breña Daniela Janeth**

**Garay García Omar Ricardo**

**Trujillo Azpeitia Andrea**

No. De Control:

**1221100295**

**1221100307**

**1221100677**

Dolores Hidalgo C.I.N, 8 de  
abril de 2023

## Carta de Acreditación de Estadía

## Carta de Liberación de la Empresa

## Dedicatoria

## Índice de Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>2</b>
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	2
1.2 MISIÓN	3
1.3 VISIÓN	3
1.4 VALORES	3
1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD	3
1.6 ORGANIGRAMA	4
<b>CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>5</b>
2.1 SITUACIÓN DEL ÁREA DONDE SE APLICARÁ EL PROYECTO	5
2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO	8
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	8
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
3.1 REFERENCIAS DE OTROS LABORATORIOS	10
3.1.1 LABORATORIO CREATIVITY AND INNOVATION 4.0	10
3.1.2 LABORATORIO LANIF	11
3.2 NORMAS DE SEGURIDAD	12
3.3 REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA	15
3.4 PLANIFICACIÓN DE ESPACIOS	16
3.4.1 DESARROLLO	16
3.4.2 ENSAMBLE Y PRODUCCIÓN	16
3.4.3 PRUEBAS	16
3.5 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE	16

<b>3.6 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE</b>	<b>18</b>
<b><u>CAPÍTULO 4. DESARROLLO</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b>4.1 PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA</b>	<b>20</b>
4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS	20
<b>4.2 HARDWARE</b>	<b>20</b>
4.2.1 EQUIPO DE DESARROLLO	20
4.2.2 SENSORES	20
4.2.3 ACTUADORES	20
4.2.4 MICRO ACTUADORES	20
4.2.5 PLACAS DE DESARROLLO	20
<b>4.3 SOFTWARE</b>	<b>20</b>
4.3.1 LICENCIAS	20
<b>4.4 POLÍTICAS DE CALIDAD</b>	<b>20</b>
<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>ANEXOS</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>GLOSARIO DE TÉRMINOS</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b><u>22</u></b>

## Introducción

## **CAPÍTULO 1. Generalidades de la Empresa**

### **1.1 Antecedentes de la Empresa**

La Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato (UTNG) se estableció mediante el Decreto Gubernativo No. 82 el 14 de junio de 1994. Este decreto estableció que la UTNG es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Guanajuato, con personalidad jurídica y patrimonio propio. La institución forma parte del Conjunto Nacional de Universidades Tecnológicas y adopta su proyecto educativo. Se considera una de las universidades de segunda generación. En julio de 1999, el Decreto No. 82 fue abrogado y reestructurado mediante el Decreto Gubernativo No. 130 en junio de 2000.

Posteriormente, el 18 de octubre de 2005, se publicaron los Decretos Gubernativos No. 239 y No. 241 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado. El Decreto No. 239 estableció el Sistema de Educación Superior Tecnológica del Estado de Guanajuato, mientras que el Decreto No. 241 reestructuró la organización interna de la UTNG.

En agosto de 1996, se creó el campus Victoria en el municipio homónimo. Los municipios incluidos en la zona de influencia de la Universidad son San Miguel de Allende, Atarjea, Dolores Hidalgo, Doctor Mora, Tierra Blanca, Ocampo, Santa Catarina, San Diego, San Felipe, San José Iturbide, San Luis de la Paz, Victoria y Xichú. Sin embargo, la UTNG también atrae estudiantes de Juventino Rosas, Celaya y la capital del estado. La institución se establece como una alternativa educativa pública necesaria en la región, brindando formación de calidad a profesionales capaces de incorporarse al mercado laboral como Técnicos Superiores Universitarios en un período corto de tiempo (2 años), con la opción de continuar sus estudios para obtener el título de ingeniero en otros dos años.

De esta manera, la UTNG responde a las expectativas y necesidades de los sectores educativo, productivo y social a través de un modelo educativo que se caracteriza por su polivalencia, continuidad, intensidad, flexibilidad y pertinencia. Se enfoca en el conocimiento, las habilidades y las actitudes necesarias para el mundo laboral. Cabe destacar que la institución se enorgullece de la calidad de sus programas de estudio y de las acciones efectivas de vinculación realizadas con el entorno.



## 1.2 Misión

La principal misión de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato es proporcionar una educación de calidad, pertinente y con enfoque tecnológico, con el objetivo de formar profesionales altamente capacitados y comprometidos con el desarrollo social, económico y tecnológico de la región y del país así mismo formar profesionales competitivos y comprometidos, impulsando el desarrollo tecnológico, social y económico de la región, mediante la oferta de programas educativos de calidad y la vinculación efectiva con el entorno.

## 1.3 Visión

Ser una institución líder en educación tecnológica, reconocida a nivel nacional e internacional por la calidad de sus programas académicos, la formación integral de sus estudiantes y su contribución al desarrollo social, económico y tecnológico. La principal visión de la UTNG es convertirse en una institución de referencia en educación tecnológica, reconocida por su excelencia académica, su impacto en la sociedad y su contribución al progreso regional, a través de la formación de profesionales competentes y comprometidos con el desarrollo sostenible.

## 1.4 Valores

Para la UTNG los valores son el marco del comportamiento que deben tener sus integrantes, estos se determinaron con base en la razón de ser; al propósito de creación; y a la proyección en el futuro (visión) de la institución quedando redactados y descritos de la siguiente manera:

- **Honestidad:** Respetamos la verdad.
- **Responsabilidad:** Reconocemos nuestros errores al tiempo que buscamos corregirlos.
- **Respeto:** Tratamos a las personas con dignidad y apreciamos sus opiniones.
- **Trabajo en equipo:** El éxito de nuestra organización lo construimos juntos.
- **Comunicación:** Si no nos llega la información la buscamos.

## 1.5 Políticas de Calidad

La Universidad del Norte de Guanajuato se compromete con sus alumnos y la sociedad a ofrecer servicios educativos del nivel superior, así como servicios de educación continua y tecnológicos con calidad, empleando de manera eficiente los recursos y aplicando la mejora continua en beneficio del desarrollo regional y ambiental previniendo la contaminación y apegándose a las disposiciones legales ambientales.

## 1.6 Organigrama

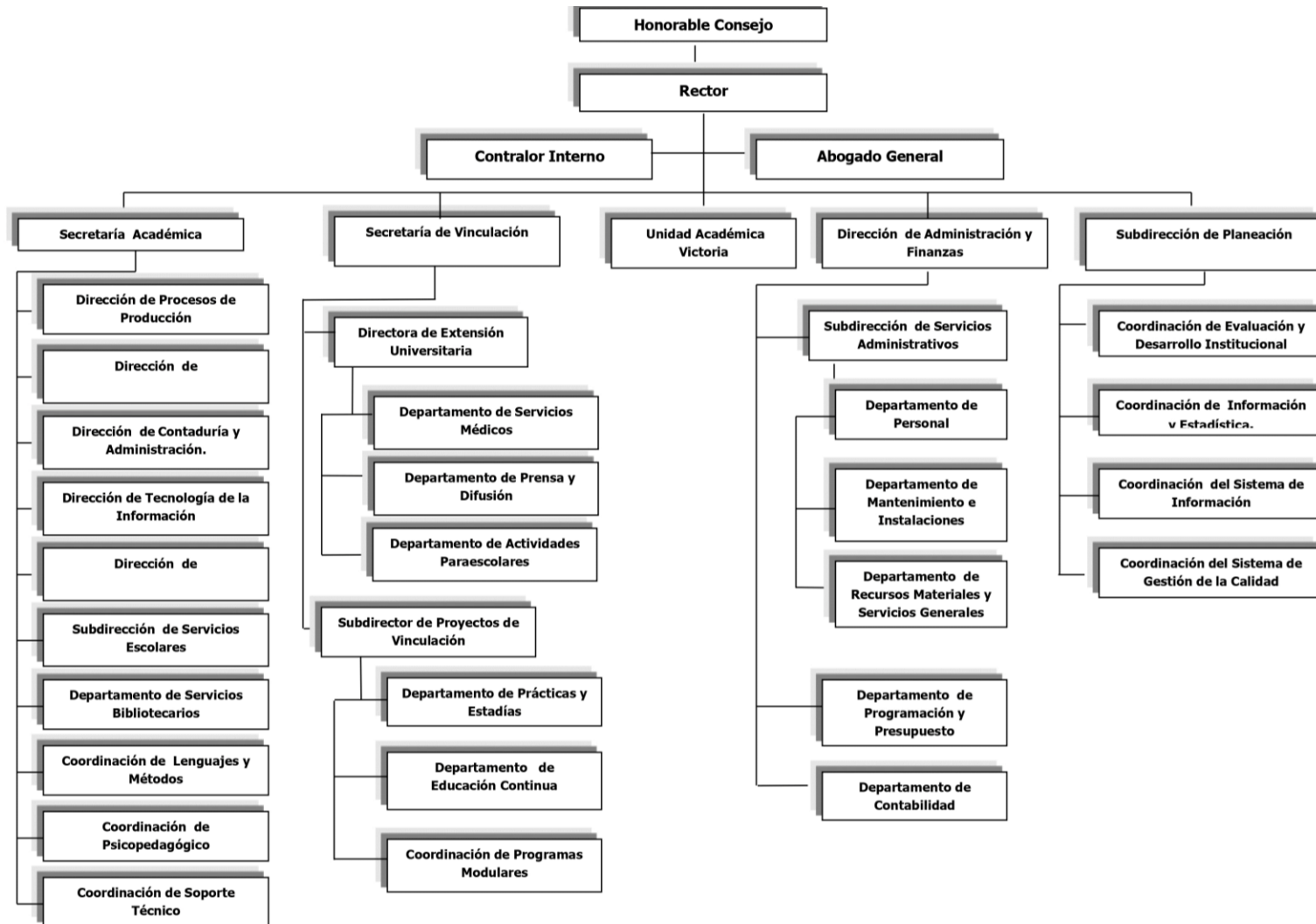


Ilustración 1. Organigrama Institucional UTNG

## **CAPÍTULO 2. Planteamiento del Problema**

### **2.1 Situación del área donde se aplicará el proyecto**

La Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato (UTNG) es reconocida por albergar en sus instalaciones una amplia variedad de carreras de interés público, brindando oportunidades educativas a estudiantes de diferentes áreas en los campus de Dolores Hidalgo y Victoria. Estos campus cuentan con una infraestructura bien desarrollada, compuesta por diversos edificios y áreas funcionales diseñadas para atender las necesidades del personal docente, administrativo y la comunidad estudiantil.

En particular, la UTNG ha establecido diferentes áreas de estudio, como "Entornos Administrativos", "Tecnologías de la Información y Comunicación" e "Instalaciones Eléctricas Eficientes", cada una de las cuales cuenta con sus propios laboratorios especializados. Estos laboratorios están equipados con recursos y materiales de vanguardia, proporcionando a los estudiantes el ambiente adecuado para desarrollar sus habilidades y conocimientos en diversas asignaturas.

Sin embargo, a pesar de los avances y esfuerzos realizados, se ha identificado una problemática persistente en el área de TI. Tanto los estudiantes que cursan programas de TSU como aquellos que se encuentran en la carrera de Ingeniería enfrentan dificultades relacionadas con la falta de un laboratorio dedicado específicamente al estudio de IoT

El creciente interés y relevancia del IoT en el campo de las tecnologías de la información ha generado una demanda cada vez mayor de un espacio equipado con tecnología especializada y recursos adecuados. Desafortunadamente, los alumnos y profesores se han visto en la necesidad de adquirir su propio material y equipo para satisfacer sus necesidades educativas en esta área, debido a la limitación de recursos proporcionados por la universidad.

Además, la ausencia de un espacio designado para realizar tareas y prácticas relacionadas con IoT dificulta aún más el proceso de aprendizaje y limita las oportunidades de experimentación y desarrollo de proyectos. Los estudiantes enfrentan desafíos para acceder a los equipos necesarios y carecen de un entorno adecuado para llevar a cabo experimentos y simulaciones que fortalezcan su comprensión y competencias en el campo del IoT.

Por tanto, con el objetivo de brindar una experiencia educativa enriquecedora y equipar a los estudiantes de la UTNG con las habilidades necesarias para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales, el departamento de TI presenta una solicitud de apoyo para el establecimiento de un laboratorio dedicado exclusivamente al estudio de IoT. Dicho laboratorio proporcionaría a los miembros de la institución un espacio físico adecuado, equipamiento especializado y recursos actualizados que fomenten la exploración, el aprendizaje práctico y la aplicación de conocimientos en el campo del Internet de las cosas.

## **2.2 Justificación del proyecto**

La implementación de laboratorios de IoT en las instituciones de educación superior e incluso en la educación media superior ha sido ampliamente reconocida por fomentar el interés de los alumnos en la tecnología. Según Tech (N.C, 2021), se afirma que "El Internet ayuda a facilitar métodos de enseñanza tanto a nivel individual como colectivo, evitando las desigualdades y asimetrías que a veces sufren niños y adultos en las etapas de su educación." Esta afirmación resalta el potencial del Internet como una herramienta poderosa que puede contribuir a un entorno educativo más equitativo y enriquecedor.

En el contexto de México, la aplicación de laboratorios e integración de herramientas tecnológicas en la educación tiene como objetivo generar cambios significativos en el tipo de enseñanza que se ofrece a los alumnos en la actualidad. Estas iniciativas buscan adaptarse a las necesidades y demandas de las nuevas generaciones, brindando beneficios tanto para los estudiantes como para el sistema educativo en general.

La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación va más allá de la simple introducción de herramientas tecnológicas en el aula. Según Díaz-Barriga (2013), implica una construcción didáctica que se centra en la forma en que se puede utilizar la tecnología para construir y consolidar un aprendizaje significativo. Esto implica considerar aspectos pedagógicos y utilizar la tecnología de manera estratégica para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En el entorno actual, tanto los estudiantes como los docentes utilizan activamente las herramientas tecnológicas para facilitar el aprendizaje y la enseñanza. Los estudiantes encuentran en estas herramientas un medio eficaz para acceder a información, colaborar con sus compañeros y adquirir conocimientos de manera más dinámica. Por otro lado, los

docentes utilizan las herramientas tecnológicas como apoyo para diversificar y enriquecer sus metodologías de enseñanza, promoviendo la participación de los estudiantes y facilitando su actualización en relación con los avances tecnológicos del entorno estudiantil y laboral actual.

La importancia de contar con espacios adecuados para el uso de estas tecnologías radica en la creación de un entorno propicio para el aprendizaje. Estos espacios permiten el uso correcto del material tecnológico y garantizan la adquisición de conocimientos por parte de los alumnos. Además, impulsan a los docentes a generar alternativas de enseñanza más flexibles y adaptadas a los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje que existen en la actualidad.

La implementación de tecnologías en la enseñanza también plantea la necesidad de que los docentes se actualicen y adquieran las habilidades necesarias para integrar de manera efectiva las TIC en su práctica educativa. Según la UNESCO (2008) y Ronaldo M. Hernández (s/f), el éxito de la integración de las TIC en la educación depende en gran medida de la capacidad del docente para estructurar el ambiente de aprendizaje y utilizar de manera pedagógica las herramientas tecnológicas disponibles.

Al crear laboratorios específicos para el desarrollo de prácticas relacionadas con IoT y otras tecnologías aplicables, se busca proporcionar un entorno controlado y seguro donde los estudiantes puedan experimentar y aprender. Estos laboratorios deben contar con personal capacitado que supervise y oriente el acceso y uso de los recursos tecnológicos. Además, es fundamental que los estudiantes participen activamente en la planificación y utilización de estos espacios, ya que ellos son los protagonistas del proceso educativo y su participación se considera crucial para el logro de una comunicación e interacción social efectiva (Cabero, 2010).

La creación de laboratorios de IoT y la implementación de tecnologías en la educación se fundamentan en la identificación de la problemática dentro de las instituciones educativas y en la observación de experiencias exitosas en otras universidades del país. Al tomar estos referentes como marco de referencia, se busca garantizar que los laboratorios cumplan con su función principal: servir como base para el estudio de las nuevas tecnologías en el entorno laboral y reforzar el aprendizaje de los alumnos. Estos

laboratorios proporcionan un entorno controlado donde se pueden llevar a cabo prácticas específicas, ofreciendo a los estudiantes los recursos y materiales necesarios para su ejecución.

La implementación de laboratorios de IoT y la integración de herramientas tecnológicas en la educación tienen como objetivo principal fomentar el interés de los alumnos en la tecnología, mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y preparar a los estudiantes para los desafíos tecnológicos del mundo actual. Estas iniciativas requieren una planificación cuidadosa, considerando aspectos pedagógicos, proporcionando espacios adecuados y promoviendo la participación de los estudiantes. Al hacerlo, se busca crear un entorno educativo enriquecedor y equitativo, donde la tecnología se convierta en una herramienta poderosa para el desarrollo y crecimiento de las nuevas generaciones.

## **2.3 Objetivo del proyecto**

### **2.3.1 Objetivo General**

El objetivo general de este proyecto es desarrollar un laboratorio de IoT adaptado a las necesidades de las universidades en México, con el fin de fomentar la investigación, formación y aplicación de tecnologías relacionadas con el Internet de las Cosas en el entorno académico. El laboratorio proporcionará un espacio controlado y seguro donde los estudiantes puedan adquirir conocimientos teóricos y prácticos, experimentar con dispositivos y sistemas IoT, y desarrollar habilidades técnicas y de innovación. A través de este laboratorio, se busca promover el interés y la participación de los estudiantes en proyectos de IoT, así como fortalecer la colaboración entre la academia, la industria y el sector gubernamental en la promoción y adopción de soluciones basadas en IoT para beneficio de la sociedad.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un estudio exhaustivo del estado actual de la tecnología IoT, identificando las tendencias, avances y desafíos en el ámbito nacional e internacional, con el objetivo de obtener un panorama completo y actualizado que sirva de base para la creación del laboratorio.
- Analizar las necesidades y requerimientos específicos de las universidades en México en cuanto a la implementación de un laboratorio de IoT, considerando

aspectos como la infraestructura existente, los recursos disponibles, las demandas académicas y las expectativas de los estudiantes y profesores.

- Investigar y evaluar las mejores prácticas y experiencias exitosas de laboratorios de IoT en otras instituciones educativas tanto a nivel nacional como internacional, con el propósito de aprovechar lecciones aprendidas, identificar modelos exitosos y adaptarlos a las particularidades y necesidades del contexto mexicano.
- Realizar un análisis detallado de los recursos tecnológicos necesarios para el laboratorio de IoT, considerando aspectos como dispositivos, sensores, plataformas de conectividad, herramientas de desarrollo, infraestructura de red y sistemas de seguridad, garantizando que el laboratorio cuente con los elementos requeridos para llevar a cabo prácticas y experimentos relevantes.
- Elaborar un plan de implementación detallado, que incluya las etapas de construcción, equipamiento, instalación y puesta en marcha del laboratorio de IoT, considerando también los aspectos logísticos y administrativos necesarios para su funcionamiento eficiente.

## **CAPÍTULO 3. Marco Teórico**

### **3.1 Referencias de otros Laboratorios**

#### **3.1.1 Laboratorio Creativity and Innovation 4.0**

En México, se han establecido varios laboratorios para el desarrollo de IoT en distintas universidades y centros de investigación. Un ejemplo destacado es el "Creativity and Innovation Center 4.0", ubicado en la Universidad Tecnológica de Querétaro (UTEQ) en colaboración con Intel, que se ha especializado en la generación de proyectos enfocados en la Industria 4.0.

El impacto de la implementación de laboratorios de IoT en la educación superior ha generado múltiples opiniones positivas, ya que fomenta el desarrollo de proyectos de alta gama. El rector de la UTEQ, José Carlos Arredondo Velázquez, afirmó que "el centro representa un importante peldaño al que sube el estado para potenciar el desarrollo de la Industria 4.0; además, fungirá como incubadora de talento" (El Economista, 2016).

El laboratorio no solo impulsa el desarrollo de tecnologías y soluciones basadas en IoT, sino que también promueve el aprendizaje y la actualización de estudiantes, docentes y personal que tienen acceso a él. Se enfoca en nueve tecnologías esenciales para la industria, que incluyen:

- Realidad Aumentada
- Robots Autónomos
- Nube
- Big Data
- Ciberseguridad
- IoT Industrial
- Integración Horizontal y Vertical de Sistemas
- Simulación
- Fabricación por Adición.

La incorporación de tecnologías como el Big Data, la Ciberseguridad y el Internet de las Cosas Industrial (IIoT) en el laboratorio demuestra el compromiso de la UTEQ e Intel con la preparación de estudiantes en áreas de alta demanda en la industria actual y futura.



El enfoque en la Integración Horizontal y Vertical de Sistemas busca optimizar la interoperabilidad y la comunicación entre distintos componentes y sistemas, mientras que la Simulación permite realizar pruebas y evaluaciones de manera virtual antes de la implementación en la realidad.

Finalmente, la Fabricación por Adición, más conocida como impresión 3D, es otra de las tecnologías fundamentales en el laboratorio. Esta tecnología revolucionaria está cambiando la forma en que se conciben y producen productos, permitiendo la creación de prototipos y piezas personalizadas de manera rápida y eficiente.

El compromiso de Intel y la UTEQ con el desarrollo de la Industria 4.0 se refleja en la inversión y dedicación para establecer este laboratorio de IoT de vanguardia, la infraestructura del laboratorio es variada y de alta calidad, distribuida en diferentes áreas dentro del edificio asignado para tal fin. Según Fernando González Salinas (El Economista, 2016), “la primera planta del edificio cuenta con tres áreas específicas: una dedicada al desarrollo del Programa de Talentos, otra que alberga la Dirección de Innovación y Desarrollo Tecnológico, y un laboratorio de manufactura aditiva”.

El enfoque en la Industria 4.0 y el desarrollo de tecnologías avanzadas convierten a este laboratorio en un recurso valioso para el avance del conocimiento y la preparación de profesionales en el campo de IoT en México.

### 3.1.2 Laboratorio LaNIF

El Laboratorio Nacional del Internet del Futuro (LaNIF) es un espacio común que congrega a diversas universidades, centros de investigación, organismos gubernamentales y empresas, entre otras instituciones, con la libertad de experimentar y desarrollar proyectos relacionados con el Internet del Futuro. Este laboratorio ha sido creado en el Centro de Datos INFOTEC ubicado en Aguascalientes, y ha obtenido la certificación TIER III, asegurando así un alto nivel de calidad en su desarrollo. Según GTD Perú (s.f.), la certificación TIER III garantiza la capacidad del centro de datos para mantener la productividad y continuidad de sus operaciones las 24 horas del día, los 7 días de la semana, en todas las áreas de negocio, generando así rentabilidad y eficiencia en sus procesos.

Para llevar a cabo el desarrollo del LaNIF, se contó con una inversión significativa. Según el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 2015, se destinaron 1.1 millones de euros provenientes del propio CONACYT y 1.2 millones de euros aportados por INFOTEC.

En términos de infraestructura, el LaNIF es considerado el primer nodo de FIWARE en Latinoamérica. FIWARE es una plataforma originaria de la Unión Europea que simplifica el desarrollo de aplicaciones y ciudades inteligentes, facilitando la generación de servicios innovadores y eficientes. El proyecto FIWARE es una colaboración público-privada sobre el Internet del Futuro, con el objetivo de impulsar el emprendimiento y mejorar la gestión de servicios y aplicaciones.

El Dr. Juan José Hierro (2015), director del proyecto FIWARE, ha destacado que esta plataforma es un ecosistema abierto de información, capaz de recopilar datos de contexto necesarios para ejecutar aplicaciones y mejorar los servicios ofrecidos. Los datos contextuales están disponibles para otros usuarios interesados en desarrollar aplicaciones, siempre respetando cuestiones de privacidad.

El director del INFOTEC, el Dr. Sergio Carrera Riva Palacio (2015), enfatizó que el Centro busca impulsar el crecimiento del país mediante el conocimiento, la innovación y la tecnología. FIWARE es considerado un ejemplo de ecosistema abierto de innovación y entendimiento que permite aprovechar las oportunidades que surgen con las tecnologías del futuro.

Asimismo, el Dr. Carrera Riva Palacio subrayó la relevancia de los laboratorios nacionales como iniciativas respaldadas por el CONACYT para fortalecer la vinculación entre empresas y universidades. El LaNIF, en particular, es una alianza estratégica que facilita el desarrollo de productos y servicios destinados a mejorar la efectividad de procesos e infraestructuras en sectores como la seguridad, logística, salud, transporte, energía y agricultura.

### **3.2 Normas de Seguridad**

Hasta la fecha no existe una norma específica para laboratorios de IoT sin embargo distintos laboratorios destinados al desarrollo de IoT se basan en las siguientes normas ISO:

- ISO/IEC 27001: Esta norma internacional establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI). Aunque no está específicamente diseñada para laboratorios de IoT, puede proporcionar un marco sólido para la protección de datos y la seguridad de la información en entornos de IoT.
- NIST SP 800-53: Es una guía desarrollada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) de EE. UU. que proporciona controles de seguridad y recomendaciones para sistemas de información y redes. Aunque no está específicamente diseñada para IoT, puede ser aplicable para la seguridad de los sistemas y datos relacionados con IoT.
- IEC 62443: Esta serie de estándares desarrollada por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) se centra en la ciberseguridad de sistemas de automatización e IoT industrial. Puede ser relevante para laboratorios que trabajan en el ámbito industrial y de automatización.
- ENISA Baseline Security Recommendations for IoT: Es una guía desarrollada por la Agencia de Ciberseguridad de la Unión Europea (ENISA) que proporciona recomendaciones para la seguridad en el desarrollo y uso de soluciones IoT. Aunque no es una norma, ofrece orientación relevante para laboratorios de IoT.

Así mismo existe un lineamiento usado en instalaciones reconocidas en América como es la clasificación por niveles para evaluar y clasificar la disponibilidad y redundancia de los centros de datos. El sistema de clasificación de Tiers se divide en cuatro niveles principales:

- Tier I: Ofrece una infraestructura básica con disponibilidad limitada y sin redundancia en los componentes críticos.
- Tier II: Proporciona un mayor nivel de disponibilidad y cierta redundancia en los componentes esenciales, lo que reduce el tiempo de inactividad no planificado.
- Tier III: Es un centro de datos con mayor disponibilidad, redundancia y capacidad para realizar mantenimientos y reparaciones sin afectar la operación del equipo.
- Tier IV: Es el nivel más alto de disponibilidad y redundancia, diseñado para minimizar cualquier tiempo de inactividad no planificado y permitir que el centro de datos funcione incluso durante eventos catastróficos.

Cada nivel de Tier tiene sus especificaciones detalladas en términos de disponibilidad, redundancia, capacidad de mantenimiento, y resistencia a fallos. (Ascenty, 2014)

Según la TIER III las normas para asegurar que el data center será capaz de garantizar la productividad y continuidad de sus operaciones 24x7 en todas las áreas del negocio, generando rentabilidad y eficiencia en sus procesos son las siguientes:

- Instalaciones:
  - Servicios adaptables a requerimientos preventivos.
  - Estrictas políticas de mantenimiento preventivo en infraestructura, procesos y operación.
  - Edificio e instalaciones interiores sismo resistentes de acuerdo con la norma vigente.
- Conectividad:
  - Infraestructura redundante de conectividad en el rack.
  - Red completamente redundante por equipamiento, rutas físicas y cámaras de acceso independientes.
  - Topología y tecnología de red de ultra baja latencia.
- Energía:
  - Equipos completamente redundantes y tolerantes a fallas.
  - Sistemas eficientes de última generación.
- Climatización:
  - Sistema redundante, concurrentemente mantenible.
  - Manejo del enfriamiento eficiente, con sistema “continuous cooling” y pasillos fríos confinados.
- Protección contra incendios:
  - Salas de data center construidas con material incombustible y retardante.
  - Sistemas de detección temprana.
  - Sistemas de extinción automática mediante agentes limpios.
- Monitoreo:
  - Control de acceso y verificación de identidad.
  - Control de movimientos al interior del edificio.
  - Personal de seguridad 24x7.
  - Sistemas de video vigilancia con grabación y registro de eventos las 24 horas.

### 3.3 Requerimientos de Infraestructura

La Unión Internacional de Telecomunicaciones es una de estas instituciones Que publico en el 2019 una arquitectura modelo para sistemas IoT (ITU, Internet Of Things and Smart cities and communities – Frameworks, architecture, and protocols. 06/19. Cap 7). Esta está compuesta de las siguientes capas:

- **Red de comunicación segura:** Una red de alta velocidad y confiable es esencial para conectar los dispositivos IoT y permitir la transferencia segura de datos. Se debe considerar la implementación de tecnologías como Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRaWAN, u otras adecuadas para las necesidades del laboratorio.
- **Centro de datos o servidores:** Si el laboratorio maneja una gran cantidad de datos generados por los dispositivos IoT, puede ser necesario un centro de datos o servidores para almacenar, procesar y analizar la información de manera eficiente.
- **Seguridad de la red y ciberseguridad:** Implementar medidas de seguridad de red y ciberseguridad para proteger tanto los datos generados por los dispositivos IoT como la infraestructura misma. Esto incluye firewalls, sistemas de detección de intrusiones, autenticación segura, encriptación y actualizaciones regulares de seguridad.
- **Sistemas de almacenamiento:** Disponer de sistemas de almacenamiento adecuados, como unidades de almacenamiento en red (NAS) o sistemas de almacenamiento en la nube, para guardar y respaldar los datos de manera segura.
- **Estaciones de trabajo y ordenadores:** Proporcionar estaciones de trabajo y ordenadores con suficiente capacidad y potencia para el desarrollo y análisis de proyectos de IoT.
- **Bancos de pruebas y prototipado:** Espacio y equipamiento para el desarrollo y pruebas de prototipos de dispositivos IoT.
- **Equipamiento de prueba y medición:** Instrumentos y dispositivos de prueba y medición, como osciloscopios, multímetros, analizadores de espectro, entre otros, para validar y verificar el funcionamiento de los dispositivos IoT.
- **Entornos controlados:** Dependiendo de las pruebas que se realicen, pueden ser necesarios entornos controlados, como cámaras climáticas, para evaluar el rendimiento de los dispositivos en diferentes condiciones ambientales.
- **Fuentes de energía:** Disponer de fuentes de energía adecuadas y seguras para alimentar los dispositivos IoT durante las pruebas y experimentos.

- **Equipo de seguridad y primeros auxilios:** Proporcionar equipo de seguridad, como extintores, estaciones de lavado de ojos y botiquín de primeros auxilios para garantizar la seguridad del personal en caso de emergencias.
- **Áreas de trabajo designadas:** Definir áreas de trabajo específicas para la manipulación de dispositivos IoT y el desarrollo de proyectos para mantener el laboratorio organizado y seguro.
- **Sistema de gestión de proyectos y documentación:** Implementar un sistema de gestión de proyectos y documentación para mantener registros de actividades, pruebas y resultados obtenidos durante el desarrollo de proyectos de IoT.

### 3.4 Planificación de Espacios

#### 3.4.1 Desarrollo

#### 3.4.2 Ensamble y Producción

#### 3.4.3 Pruebas

### 3.5 Requerimientos de Hardware

En un laboratorio de IoT universitario, los requerimientos de hardware se enfocan en proporcionar a los estudiantes y profesores los recursos necesarios para aprender, desarrollar y experimentar con proyectos de Internet de las Cosas.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones es una de estas instituciones que publico en el 2019 una arquitectura modelo para sistemas IoT (ITU, Internet Of Things and Smart cities and communities – Frameworks, architecture, and protocols. 06/19. Cap 7.

Esta está compuesta de las siguientes capas:

- Capa de aplicación: Este es el host del aplicativo IoT.
- Capa de soporte y servicios aplicaciones: ofrece servicios para apoyar las aplicaciones IoT. Pueden ser genéricas, como procesamiento y almacenamiento de datos, o más específicas, atienden las necesidades particulares de la aplicación.
- Capa de red: En esta capa se encuentran los controles de conectividad, como gestión de la autenticación, autorización, y contabilidad. También se incluye en esta capa el acceso al transporte de datos.
- Capa de dispositivo: Incluye funcionalidades de bajo nivel como la comunicación directa con la red de datos, como funcionalidades de ahorro de energía y asignación de recursos.

Lista de los requerimientos típicos de hardware para un laboratorio de IoT universitario:

- **Placas de desarrollo:** Es fundamental contar con una variedad de placas de desarrollo que sean populares y ampliamente utilizadas en proyectos de IoT. Algunas opciones comunes son Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 y ESP32, entre otras. Estas placas permiten a los estudiantes crear prototipos y realizar pruebas con diferentes sensores y actuadores.
- **Sensores y actuadores:** El laboratorio debe estar equipado con una amplia gama de sensores y actuadores para que los estudiantes puedan experimentar con diversas aplicaciones. Entre los sensores más comunes se encuentran los de temperatura, humedad, luz, movimiento, ultrasonido, acelerómetros, giroscopios, entre otros. Los actuadores pueden incluir motores, servomotores, relés, LEDs, entre otros.
- **Kits de IoT:** Se pueden proporcionar kits de IoT completos que contengan una combinación de sensores, actuadores y placas de desarrollo, además de guías y tutoriales para proyectos específicos.
- **Conectividad:** Es importante disponer de una variedad de opciones de conectividad para que los estudiantes puedan aprender cómo comunicar dispositivos en redes IoT. Esto incluye Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, Sigfox y opciones de conectividad celular como 3G/4G/5G.
- **Hardware para la nube:** En algunos casos, puede ser útil contar con hardware específico para simular y aprender sobre la nube en proyectos de IoT. Esto podría incluir servidores para alojar plataformas IoT, como AWS, Azure o Google Cloud, o incluso hardware para implementar soluciones de borde (edge computing).
- **Computadoras y monitores:** Se necesitan computadoras con suficiente potencia y memoria para ejecutar entornos de desarrollo y herramientas de programación para los proyectos de IoT. Los monitores permiten a los estudiantes visualizar datos y resultados de sus experimentos.
- **Fuentes de alimentación:** Es esencial contar con fuentes de alimentación adecuadas para los dispositivos. Pueden incluir baterías recargables, fuentes de alimentación USB o adaptadores de corriente.
- **Herramientas y equipos de electrónica:** El laboratorio debe contar con herramientas básicas de electrónica, como multímetros, soldadores, estaciones de soldadura, alicates, cortadores, etc., para el montaje y mantenimiento de los prototipos.

- Seguridad: Dado que los estudiantes trabajarán con hardware y conectividad, la seguridad es esencial. Se deben implementar medidas para evitar daños al equipo y para proteger la privacidad y seguridad de los datos.
- Materiales didácticos: Es útil proporcionar libros, tutoriales, documentación y recursos en línea para que los estudiantes puedan profundizar en los conceptos de IoT y obtener orientación en sus proyectos.

Es importante que el laboratorio sea un ambiente accesible y propicio para el aprendizaje y la experimentación, con personal docente o técnico que pueda brindar apoyo y orientación a los estudiantes en el uso adecuado del hardware y las herramientas. Además, permitir que los estudiantes trabajen en proyectos reales y desafiantes les proporcionará una experiencia valiosa en el mundo de IoT.

### 3.6 Requerimientos de Software

En un laboratorio de IoT universitario, los requerimientos de software son igualmente importantes que los requerimientos de hardware. El software proporciona las herramientas necesarias para desarrollar, programar, simular y analizar proyectos de IoT.

Lista de algunos de los requerimientos de software típicos para un laboratorio de IoT universitario:

- Entorno de desarrollo integrado (IDE): Se necesita un IDE para la programación de las placas de desarrollo utilizadas en proyectos de IoT. Algunas opciones populares son Arduino IDE para Arduino, Thonny o IDLE para Python en Raspberry Pi, PlatformIO, entre otros. Estos IDE ofrecen una interfaz amigable para escribir, depurar y cargar código en los dispositivos.
- Lenguajes de programación: Los lenguajes de programación son fundamentales para interactuar con los dispositivos IoT y realizar tareas específicas. Algunos lenguajes comunes utilizados en IoT son C/C++, Python, JavaScript y Java. Los estudiantes deben tener acceso a compiladores o intérpretes para estos lenguajes.
- Plataformas IoT en la nube: Para aprender sobre la gestión y el análisis de datos en IoT, es útil contar con acceso a plataformas en la nube diseñadas específicamente para IoT. Ejemplos de estas plataformas son AWS IoT Core, Microsoft Azure IoT Hub, Google Cloud IoT Core, entre otras. Estas plataformas permiten almacenar datos, gestionar dispositivos y ejecutar análisis.



- Simuladores y emuladores: Los simuladores y emuladores permiten a los estudiantes probar sus proyectos de IoT antes de implementarlos físicamente. Esto es especialmente útil para ahorrar tiempo y recursos en la fase de desarrollo. Algunas placas de desarrollo, como Arduino y Raspberry Pi, tienen herramientas de simulación disponibles.
- Herramientas de diseño y modelado: Para la creación de circuitos y diseños de hardware, se pueden utilizar herramientas de diseño electrónico como Fritzing, KiCad o Eagle. Estas herramientas ayudan a los estudiantes a esquematizar y diseñar circuitos antes de implementarlos en el hardware real.
- Herramientas de análisis de datos: Para procesar y analizar los datos recopilados por los dispositivos IoT, los estudiantes pueden utilizar herramientas de análisis de datos como Python con bibliotecas como Pandas, Matplotlib y NumPy.
- Sistemas operativos: Dependiendo de las placas de desarrollo utilizadas, los estudiantes pueden necesitar familiarizarse con diferentes sistemas operativos, como Raspbian para Raspberry Pi, Linux para algunas placas basadas en Linux, o sistemas operativos específicos para microcontroladores.
- Seguridad: Los estudiantes deben aprender sobre la seguridad en IoT, por lo que pueden necesitar herramientas de seguridad y cifrado para proteger la comunicación entre dispositivos y la privacidad de los datos.
- Documentación y tutoriales: Es esencial contar con documentación clara, tutoriales y recursos en línea para guiar a los estudiantes a través de los conceptos básicos y avanzados de IoT y las herramientas de software utilizadas.

Es importante que el laboratorio esté equipado con las últimas versiones de software y que se realicen actualizaciones periódicas para garantizar que los estudiantes tengan acceso a las últimas características y mejoras en el campo de IoT. Además, contar con personal docente o técnico capacitado en el uso de estas herramientas puede ser de gran ayuda para guiar a los estudiantes en su aprendizaje y desarrollo de proyectos.

Como dice María Gracia “hablar de tecnología en IoT, significa hablar de una serie de soluciones propuestas por diferentes fabricantes y que están en continua evolución. No existe una única tecnología, sino muchas de ellas que hay que analizar para adaptarlas a la solución concreta que se quiera desarrollar” (Gracia, s.f., párrafo 10)

## **CAPÍTULO 4. Desarrollo**

### **4.1 Propuesta de Infraestructura**

#### 4.1.1 Distribución de Áreas

### **4.2 Hardware**

#### 4.2.1 Equipo de Desarrollo

#### 4.2.2 Sensores

#### 4.2.3 Actuadores

#### 4.2.4 Micro Actuadores

#### 4.2.5 Placas de Desarrollo

### **4.3 Software**

#### 4.3.1 Licencias

### **4.4 Políticas de Calidad**

## **Conclusiones**

## **Anexos**

### **Glosario de Términos**

C.I.N: Cuna de la Independencia Nacional

CEI: Comisión Estatal de Infraestructura

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

ENISA: Agencia de Ciberseguridad de la Unión Europea

FIWARE: iniciativa de código abierto que pretende impulsar la creación de estándares necesarios para desarrollar aplicaciones en diferentes dominios

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

IIoT: Internet de las Cosas Industrial

INFOTEC: Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación

IOT: Internet de las Cosas

ISO: Organización Internacional de Normalización

LaNIF: Laboratorio Nacional de Internet del Futuro

NIST: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología

TI: Tecnologías de Comunicación

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación

UT's: Universidades Tecnológicas

UTEQ: Universidad Tecnológica de Querétaro

UTNG: Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato

## Bibliografía

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (s/f). *Inicia Operaciones el Laboratorio Nacional de Internet del Futuro en INFOTEC-Aguascalientes*. gob.mx.

Recuperado el 25 de julio de 2023, de

<https://www.gob.mx/conacyt/prensa/inicia-operaciones-el-laboratorio-nacional-de-internet-del-futuro-en-infotec-aguascalientes?idiom=es>

De, N., & Administrativa, G. (s/f). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL NORTE DE GUANAJUATO*. Edu.mx. Recuperado el 15 de julio de 2023, de

<https://www.utng.edu.mx/InformacionFinanciera/docs/2014/3-IT/1-IC/3T/NGA-GTO-UTNG-3T-14.pdf>

*Diseño de alto nivel de laboratorio para sistemas IoT*. (s/f). Edu.co. Recuperado el 1 de agosto de 2023, de

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/53712/24716.pdf>

Economista, E. (2017, octubre 13). *Intel abre su doceavo laboratorio de IoT en la Tecnológica de Qro*. El Economista.

<https://www.eleconomista.com.mx/estados/Intel-abre-su-doceavo-laboratorio-de-IoT-en-la-Tecnologica-de-Qro-20161128-0140.html>

*FIWARE, el estándar que necesita el Internet de las Cosas – Transformación*

*Digital de Sectores Productivos*. (s/f). Unex.es. Recuperado el 25 de julio de 2023, de <https://catedratelefonica.unex.es/fiware-el-estandar-que-necesita-el-internet-de-las-cosas/>

*Importancia del tier III gold certificacion de operacion sustentable.* (s/f). Peru-Corporaciones. Recuperado el 25 de julio de 2023, de <https://www.gtdperu.com/es/w/novedades/importancia-del-tier-iii-gold-certificacion-de-operacion-sustentable>

*Laboratorio de internet de las cosas (IoT).* (s/f). Tecnalía. Recuperado el 31 de julio de 2023, de <https://www.tecnalia.com/infraestructuras/laboratorio-de-internet-de-las-cosas-iot>

*¿Qué es IoT (Internet Of Things)?* (2019, enero 8). Deloitte Spain. <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html>

Tech, N. C. (2021, septiembre 25). El Internet de las Cosas en la educación: alcances y beneficios. *NC Tech*. <https://nctech.com.mx/blog/iot-industrial/el-internet-de-las-cosas-en-la-educacion/>

*Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato.* (s/f). Edu.mx. Recuperado el 15 de julio de 2023, de <https://www.utng.edu.mx/cp>

*Vista de Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas.* (s/f). Edu.pe. Recuperado el 17 de julio de 2023, de <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/pyr/article/view/149/381>

(S/f-a). Researchgate.net. Recuperado el 17 de julio de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/319914477\\_Internet\\_de\\_las\\_Cosas\\_en\\_las\\_Instituciones\\_de\\_Educacion\\_Superior](https://www.researchgate.net/publication/319914477_Internet_de_las_Cosas_en_las_Instituciones_de_Educacion_Superior)

(S/f-b). Ascenty.com. Recuperado el 31 de julio de 2023, de

<https://ascenty.com/es/blog/articulos/clasificacion-tier-sepa-cual-es-su-importancia-en-los-data-centers/#:~:text=La%20clasificaci%C3%B3n%20TIER%20es%20independiente,no%20de%20satisfacer%20sus%20demandas.>