



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

"Educación y progreso para la vida"

"Investigación para el análisis y diseño de un Laboratorio de IoT en una Universidad Tecnológica"

REPORTE DE ESTADÍA

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

Presenta

Cruz Breña Daniela Janeth

No. Control: **1221100295**

Garay García Omar Ricardo

No. Control: **1221100307**

Trujillo Azpeitia Andrea

No. Control: **1221100677**

Dolores Hidalgo C.I.N.,
Guanajuato, 8 de agosto de 2023

Carta de Acreditación de Estadía

Carta de Liberación de la Empresa

Dedicatoria

Índice de Contenido

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA | 3 |
| 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA | 3 |
| 1.2 MISIÓN | 4 |
| 1.3 VISIÓN | 4 |
| 1.4 VALORES | 4 |
| 1.5 POLÍTICAS DE CALIDAD | 4 |
| 1.6 ORGANIGRAMA | 5 |
| CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 6 |
| 2.1 SITUACIÓN DEL ÁREA DONDE SE APLICARÁ EL PROYECTO | 6 |
| 2.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 7 |
| 2.3 OBJETIVO DEL PROYECTO | 9 |
| 2.3.1 OBJETIVO GENERAL | 9 |
| 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO | 11 |
| 3.1 REFERENCIAS DE OTROS LABORATORIOS | 11 |
| 3.1.1 LABORATORIO CREATIVITY AND INNOVATION 4.0 | 11 |
| 3.1.2 LABORATORIO LANIF | 12 |
| 3.2 NORMAS DE SEGURIDAD | 13 |
| 3.3 REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA | 16 |
| 3.4 PLANIFICACIÓN DE ESPACIOS | 17 |
| 3.4.1 DESARROLLO | 17 |
| 3.4.2 ENSAMBLE Y PRODUCCIÓN | 18 |
| 3.5 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE | 20 |
| 3.6 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE | 22 |

CAPÍTULO 4. DESARROLLO

24**4.1 PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA**

24**4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS**

24**4.2 HARDWARE**

28**4.2.1 EQUIPO DE DESARROLLO**

28**4.2.2 SENSORES**

28**4.2.2.1 Sensor de Temperatura**

29**4.2.2.2 Sensor de Humedad**

31**4.2.2.3 Sensor de Presión**

32**4.2.2.4 Sensor de Luz**

33**4.2.2.5 Sensor de Movimiento**

34**4.2.2.6 Sensor de Gas**

35**4.2.2.7 Sensor de Flujo**

36**4.2.2.8 Sensor de PH**

37**4.2.2.9 Sensor de Vibración**

37**4.2.3 ACTUADORES**

38**4.2.4 PLACAS DE DESARROLLO**

42**4.3 SOFTWARE**

45**4.3.1 LICENCIAS**

45**4.4 POLÍTICAS DE CALIDAD**

46

CONCLUSIONES

46

ANEXOS

47

GLOSARIO DE TÉRMINOS

51

BIBLIOGRAFÍA

54

Introducción

En el marco de la formación académica y profesional de estudiantes universitarios, las estancias educativas representan una oportunidad invaluable para poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula y sumergirse en el mundo real de su disciplina. En este contexto, el presente reporte detalla la investigación realizada por los alumnos Cruz Breña Daniela Janeth, Garay García Omar Ricardo y Trujillo Azpeitia Andrea de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato en torno al análisis y diseño de un Laboratorio de Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés).

Esta investigación ha sido desarrollada con el objetivo de proponer un espacio de aprendizaje que permita a los estudiantes explorar y comprender los conceptos, aplicaciones y potencialidades de la tecnología IoT, así como su integración en diferentes áreas de la vida cotidiana y la industria. Ya que la implementación de laboratorios de IoT en instituciones educativas busca aumentar el interés de los estudiantes en la tecnología. Estos laboratorios se basan en la integración de herramientas tecnológicas para mejorar la enseñanza, adaptándose a las necesidades actuales. Se busca aprovechar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de manera estratégica para un aprendizaje significativo. Tanto estudiantes como docentes usan tecnología para facilitar el aprendizaje y enseñanza, necesitando espacios adecuados para ello. La formación docente en TIC es crucial. Los laboratorios de IoT ofrecen entornos seguros para experimentar y aprender, involucrando a estudiantes y personal capacitado. Se inspiran en éxitos previos y solucionan problemas institucionales, apoyando el estudio tecnológico y el aprendizaje de los alumnos.

Este proyecto busca diseñar un laboratorio de IoT para universidades en México con el propósito de promover la investigación, formación y aplicación de tecnologías del Internet de las Cosas. El laboratorio ofrecerá un espacio seguro donde los estudiantes puedan aprender teoría y práctica, experimentar con dispositivos IoT y desarrollar habilidades técnicas e innovadoras. Los objetivos específicos incluyen investigar el estado actual de la tecnología IoT, adaptar el laboratorio a las necesidades locales, aprender de laboratorios exitosos y planificar la implementación detallada del espacio. El objetivo final es estimular el interés estudiantil en proyectos de IoT y fomentar la colaboración entre academia, industria y gobierno para soluciones beneficiosas basadas en IoT.

El Laboratorio de IoT planteado busca proporcionar a los estudiantes un entorno en el cual puedan interactuar con dispositivos conectados, sensores y actuadores, experimentando de manera práctica con la recopilación, análisis y aplicación de datos generados por estos dispositivos. Además de impulsar el conocimiento técnico, la propuesta del laboratorio se enfoca en fomentar la creatividad, la innovación y la resolución de problemas, habilidades esenciales en un mundo cada vez más digital y conectado.

Este reporte abarca una amplia gama de aspectos, desde los datos obtenidos en la investigación hasta imágenes, planos y detalles sobre los dispositivos y sensores que podrían ser empleados en el laboratorio. También se presenta la propuesta completa del diseño del laboratorio, considerando aspectos como la distribución del espacio, los equipos necesarios, la infraestructura requerida y los costos estimados. Además, se incluye información sobre otros laboratorios similares existentes en distintas instituciones, con el fin de enriquecer la perspectiva y tomar en cuenta mejores prácticas ya implementadas.

La calidad y viabilidad del proyecto han sido respaldadas por el constante asesoramiento tanto académico. Un Asesor Académico, con profundos conocimientos en el campo de la tecnología y la educación, ha brindado orientación en términos pedagógicos y didácticos, asegurando que el laboratorio ofrezca experiencias de aprendizaje efectivas. Complementando esta perspectiva.

En resumen, este reporte constituye un compendio integral de la labor de investigación y diseño, plasmando nuestro compromiso con la excelencia académica y su visión de contribuir al desarrollo de un espacio educativo innovador y tecnológicamente relevante. Las páginas que siguen presentarán una visión detallada de cada uno de los componentes de esta propuesta, con el fin de demostrar la viabilidad y el impacto potencial del Laboratorio de IoT en Universidades Tecnológicas.

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. (De, N., & Administrativa, G., s/f, pp 1-3)

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. (UTNG. 2021)

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. (UTNG. 2021)

1.4 Valores

Para la UTNG (2021) 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:

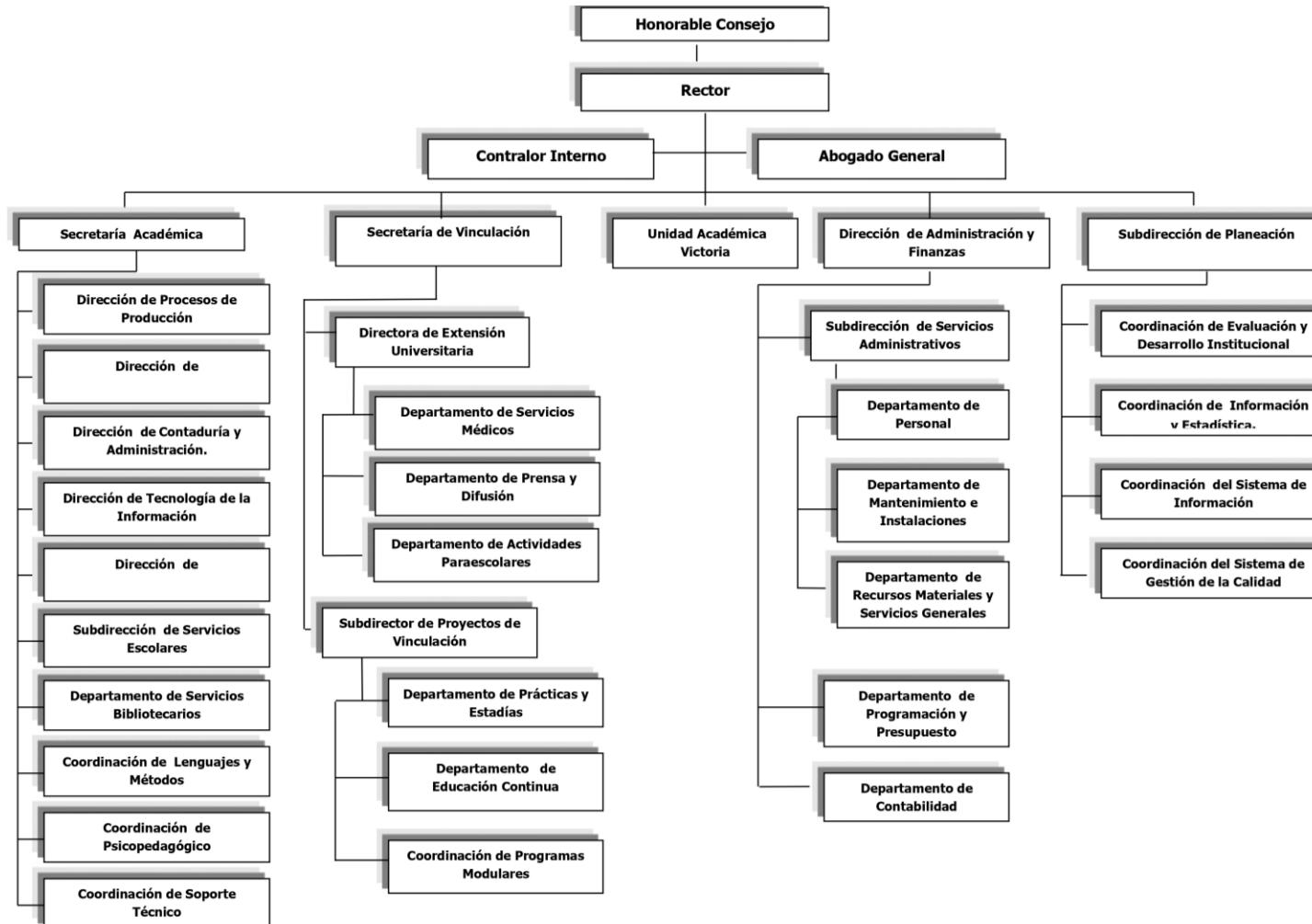
- **Honestidad:** Respetamos la verdad.
- **Responsabilidad:** Reconocemos nuestros errores al tiempo que buscamos corregirlos.
- **Respeto:** Tratamos a las personas con dignidad y apreciamos sus opiniones.
- **Trabajo en equipo:** El éxito de nuestra organización lo construimos juntos.
- **Comunicación:** 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. (UTNG. 2021)

1.6 Organigrama

Ilustración 1. Organigrama Institucional UTNG



(De, N., & Administrativa, G., s/f, pp 11)

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. 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. (Díaz .B 2013),

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.

2.3 Objetivo del proyecto

2.3.1 Objetivo General

El objetivo general de este proyecto es diseñar 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, 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. (Dr. Sergio C, 2015)

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 (2012) 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

El área de desarrollo en un laboratorio de IoT es un espacio crítico donde se lleva a cabo el proceso de creación, prototipado y prueba de soluciones relacionadas con el Internet de las cosas. Las soluciones de software son el motor de la Industria 4.0, porque introducen aquellas funciones que son fundamentales para el progreso del sistema productivo (ESA, 2018).

Se requiere contar con un módulo equipado con computadoras y herramientas de desarrollo, que permita crear y subir el software con el que los dispositivos funcionaran. Estas estaciones deben contar con software especializado y capacidades que permitan la programación, simulación y pruebas de dispositivos IoT y aplicaciones de manera óptima. Estas estaciones deben contar con software especializado y capacidades que permitan la programación, simulación y pruebas de dispositivos IoT y aplicaciones de manera óptima (Geekflare Editorial, 2019).

El área de desarrollo debe contar con equipos y herramientas adecuadas para el prototipado y pruebas de dispositivos IoT. Esto incluye el suministro de placas de desarrollo como Arduino, Raspberry Pi, ESP32, entre otras, junto con sensores, actuadores y módulos de comunicación, entre otros componentes necesarios para el desarrollo de prototipos.

Es esencial asegurarse de que el área de desarrollo esté equipada con las herramientas y el software adecuados para el desarrollo de aplicaciones y firmware de IoT. La disponibilidad de entornos integrados de desarrollo (IDE), editores de texto, software de

simulación, entre otros. Existen diversas plataformas y herramientas de IoT que pueden ayudar, Geekflare Editorial muestra una lista con las más conocidas para este ámbito.

Una de las herramientas principales sería node-RED que es una herramienta construida sobre node.js y es usada como un medio visual, conecta hardware, APIs y servicios en línea, todo esto basado en un editor de flujo basado en un navegador (Geekflare Editorial, 2019).

Arduino es otra de las herramientas más comunes mencionadas en la lista, cuenta con un entorno de desarrollo integrado (IDE), ofrece una combinación adecuada de hardware y software, es una plataforma fácil de usar (Geekflare Editorial, 2019). Es una plataforma de código abierto diseñada para facilitar la creación de proyectos de IoT.

El diseño del área de desarrollo debe ser flexible y adaptable a las necesidades cambiantes del laboratorio y futuros proyectos de IoT. La posibilidad de expansión y adaptación permitirá mantener la eficacia operativa y la capacidad de incorporar nuevas tecnologías emergentes.

3.4.2 Ensamble y Producción

El contar con un espacio especializado para trabajar con los proyectos solicitados para las actividades realizadas en la carrera es de vital importancia, contribuye directamente a la fabricación y montaje eficiente de dispositivos y soluciones relacionadas con el Internet de las cosas. La planificación y el diseño adecuados de este espacio son fundamentales para garantizar la calidad, confiabilidad y escalabilidad de los productos desarrollados en el laboratorio.

Espacio y Distribución: El área de ensamble y producción debe contar con un espacio suficiente y bien organizado que permita un flujo de trabajo eficiente y seguro. La distribución de las estaciones de trabajo debe ser cuidadosamente planificada para optimizar la secuencia del proceso de ensamble y minimizar los desplazamientos innecesarios. La delimitación de zonas específicas para tareas particulares contribuirá a una operación fluida y una mejor organización.

Estaciones de Trabajo y Equipamiento: Se deben proveer estaciones de trabajo dedicadas y adecuadamente equipadas para llevar a cabo el ensamble y producción de los dispositivos IoT. Cada estación debe contar con herramientas especializadas, como soldadores, desoldadores, estaciones de aire caliente, pinzas, destornilladores, y cualquier otro equipo necesario para el montaje de componentes. Además, se debe garantizar la disponibilidad de un inventario completo y organizado de componentes y materiales para mantener la continuidad de la producción.

Control de Calidad: El establecimiento de rigurosos procedimientos de control de calidad es esencial para asegurar que los dispositivos ensamblados cumplan con los estándares y especificaciones requeridas. Se deben llevar a cabo inspecciones visuales y pruebas funcionales en cada etapa del proceso para identificar y corregir posibles defectos de forma temprana. La implementación de un sistema de retroalimentación continuo permitirá una mejora constante de los procesos y la calidad del producto.

Gestión de Recursos y Sostenibilidad: Es crucial implementar una gestión eficiente de los recursos y residuos en el área de ensamble y producción. Se deben establecer prácticas para el adecuado manejo y reciclaje de materiales, reduciendo así el impacto ambiental. La optimización del consumo de energía y materiales contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo del laboratorio de IoT.

Cumplimiento de Normas y Regulaciones: El área de ensamble y producción debe cumplir rigurosamente con todas las normas y regulaciones aplicables, en materia de seguridad laboral, protección ambiental y calidad del producto. Se deben establecer protocolos claros para la identificación y cumplimiento de los estándares de la industria y las regulaciones gubernamentales pertinentes.

Flexibilidad para Escalabilidad: El diseño del área de ensamble y producción debe contemplar la capacidad de escalabilidad para acomodar el crecimiento y la expansión del laboratorio. La implementación de sistemas y equipos modulares permitirá adaptar las operaciones de ensamble y producción de manera ágil y efectiva ante cambios en la demanda y nuevas oportunidades de negocio.

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 publicó 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.

Según Infraestructuras y Servicios en dirección con el Campus de Monte Gancedo en el departamento CeDInt en relación con la Universidad Politécnica de Madrid (2017) existen diversos requerimientos típicos para los distintos dispositivos que conforman el hardware de un laboratorio de IoT universitario se basan en los siguientes:

- **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

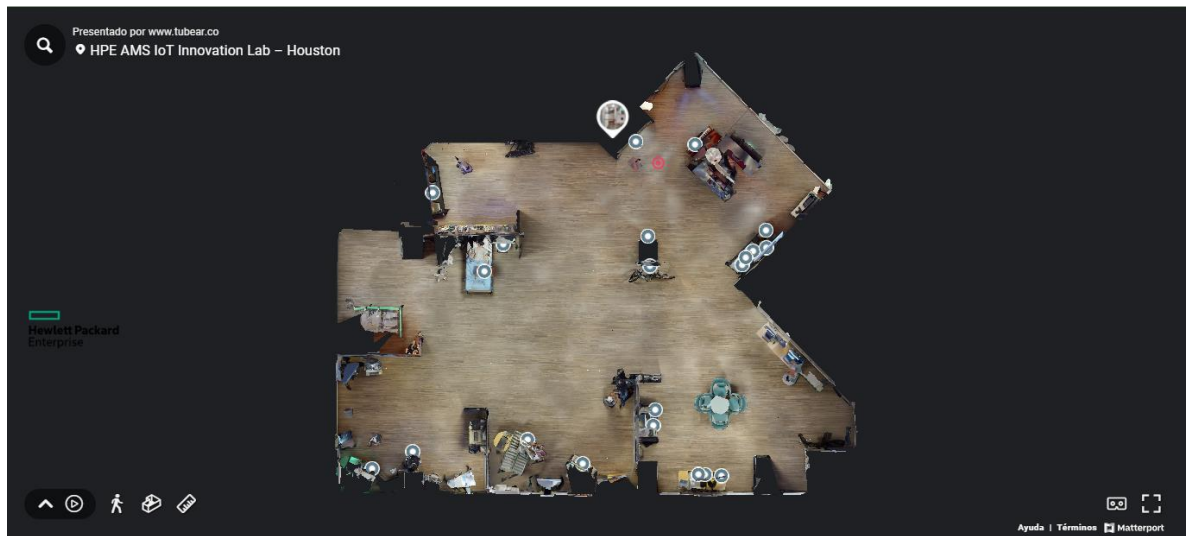
4.1.1 Distribución de Áreas

Las necesidades para cubrir por el laboratorio de IoT en la UTNG van desde aprender lo básico de internet de las cosas hasta tener un lugar en el que se puedan realizar las actividades prácticas y brinde las herramientas necesarias para el desarrollo de las competencias necesarias con las que los alumnos pueden abrirse paso en la industria.

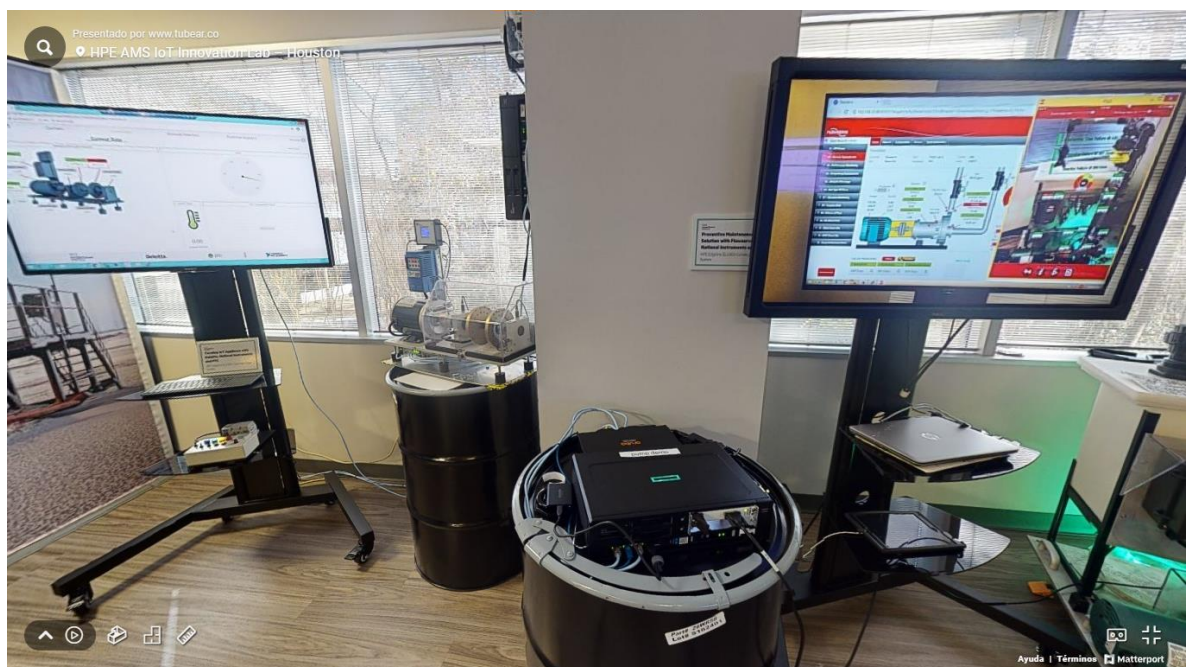
Como referencia el laboratorio de IoT en la Universidad Tecnológica de Chetumal tienen el objetivo de impulsar y promover el aprendizaje en ciencia y tecnología (Entrega Del Centro Certificador Para La Industria 4.0 “Laboratorio Internet de Las Cosas (IoT)” a La Universidad Tecnológica de Chetumal - Academia STEM, 2021). Este laboratorio cuenta con 30 estaciones que ayudaran a la capacitación de alumnos y docentes en temas de industria 4.0 basándose en temas como electrónica, programación, desarrollo web, redes, robótica, simulación, diseño 3D, instrumentación virtual e internet de las cosas.

Durante las clases a nivel TSU nos dimos cuenta de la carencia de un laboratorio especializado en IoT que nos permitiera desarrollar trabajos prácticos para las materias involucradas, al igual como la falta de materiales que en su mayoría tuvimos que proveer nosotros mismos. La mayoría de las actividades prácticas realizadas requerían de contar con computadoras con el software necesario, una buena conexión a la red y un espacio para ensamble y realización de pruebas para los sensores y proyectos.

Los laboratorios de innovación de IoT de HPE fueron diseñados con zonas que permitieran interactuar con los procesos de IoT en un contexto real presentando casos de uso prácticos de IoT para sectores como el del petróleo y el gas, la fabricación, la ingeniería, la asistencia sanitaria, el comercio minorista o las ciudades inteligentes, entre otros (Laboratorio de Innovación de IoT, 2023).



El laboratorio de Innovación de Houston cuenta con módulos para proyectos específicos que tratan de acercarse lo más posible a un caso real en el que se aplicaría el desarrollo del proyecto de IoT en el que se trabaja, además de contar con espacios de convivencia que no serían muy necesarios para lo que se está buscando en la universidad, ya que su uso será para apoyar en el aprendizaje de Internet de las cosas. La imagen muestra la vista superior del laboratorio y como se distribuyen los espacios en este.

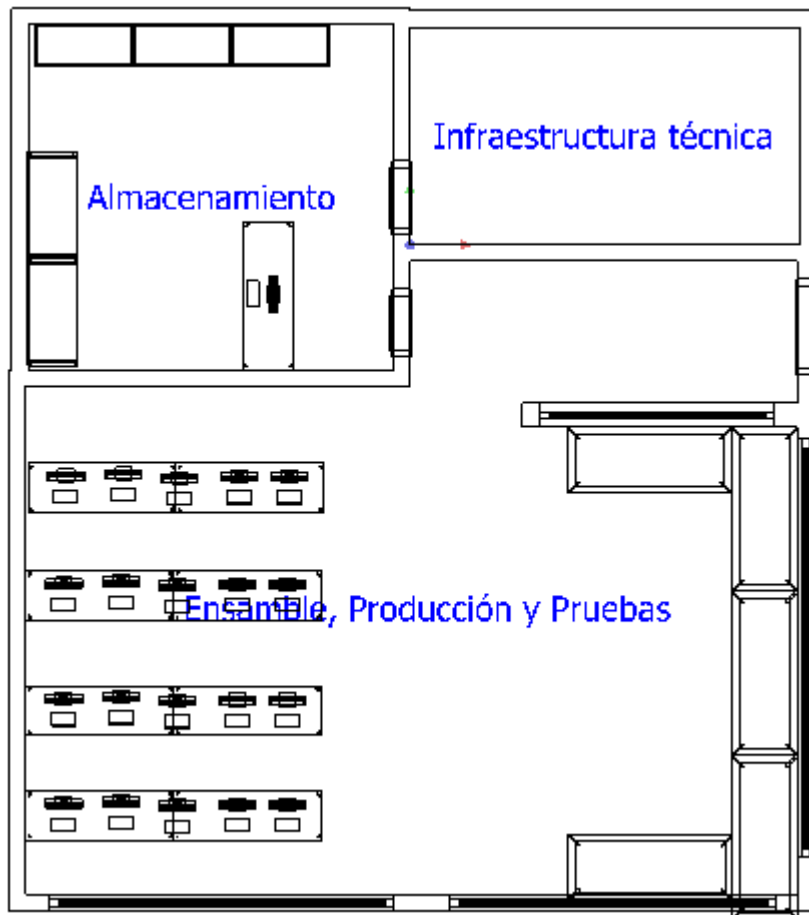


Este laboratorio cuenta con un módulo especial para el monitoreo de los proyectos en los que se trabaja, el cual sería útil para lo que estamos buscando, pues al momento de realizar las actividades y los proyectos de clase, entender cómo funcionan y que procesos se llevan a cabo ayudan a mejorar el entendimiento de esto, además ayuda a mostrar cómo funciona lo que estamos realizando y la actividad va más allá y ayuda a profundizar en la teoría aplicada.

Como comentó Alexander Zatyryka, rector de la Universidad Iberoamericana de León en la inauguración del Laboratorio de Innovación para el Desarrollo de Capacidades en Industria 4.0.

Este es un espacio de capacitación y experimentación, especializado en conceptos de industria 4.0, orientado a la manufactura de las empresas, su objetivo es proporcionar a los ingenieros e ingenieras, la especialización de conceptos aplicados en industria 4.0 y facilitar un entorno seguro para la interacción entre sistemas reales para el aprendizaje. (MexicoIndustry, 2021)

Basándonos en los laboratorios de innovación de IoT de HPE y en base a nuestra experiencia durante las clases de las asignaturas referentes al internet de las cosas, comenzamos a diseñar la propuesta que consideramos beneficiaria a la universidad y a los estudiantes.



Como se muestra en el plano del laboratorio decidimos dividir el espacio en tres áreas, un área de Infraestructura técnica que será el espacio asignado para para alojar servidores, equipos de red y almacenamiento de datos. Un espacio de almacenamiento para componentes, materiales, equipos y herramientas, para que se permita llevar un mejor control del manejo, uso del inventario de los materiales y equipo con los que contara el laboratorio para poder desarrollar los proyectos de IoT. Por último, un área donde de ensamble, producción, y pruebas, esta área es esencial para la fabricación de prototipos y la producción en serie de soluciones de Internet de las cosas. Proporciona a los estudiantes una experiencia práctica en el proceso de ensamble, soldadura y manejo de componentes electrónicos. Esto es crucial para desarrollar habilidades técnicas y comprensión práctica de la fabricación.

Para ver el plano de planta y la vista del modelo 3D de la propuesta de laboratorio de IoT consulte el apartado de anexos.

4.2 Hardware

4.2.1 Equipo de Desarrollo

Según Isaac. R en su escrito titulado “Mejores PC y configuraciones para programar” publicado en la página Guía Hardware: “Una plataforma para programar debería tener una serie de características para que la productividad aumente, teniendo en cuenta las necesidades del usuario y la complejidad del código que se desarrollara”, por lo anterior y tomando en cuenta las necesidades del laboratorio basándonos en un uso escolar, se muestra la siguiente lista de requerimientos básicos para el equipo de desarrollo del laboratorio:

Tabla 1. Requisitos de Hardware

| Componente | Requisitos |
|-------------------|--|
| Procesador | Mínimo: Intel Core i5 o AMD Ryzen 5. Recomendado: Intel Core i7 o AMD Ryzen 7. |
| Memoria RAM | Mínimo: 8 GB. Recomendado: 16 GB o más. |
| Disco Duro | Mínimo: 256 GB de almacenamiento SSD. Recomendado: 512 GB o más de almacenamiento SSD |
| Pantalla | Mínimo: 15 pulgadas con una resolución de 1920 x 1080. Recomendado: 16 pulgadas o más con una resolución de 2560 x 1440 o superior. |
| Sistema Operativo | Windows, macOS o Linux. Dependerá de las preferencias personales y del lenguaje de programación que se vaya a utilizar. |

4.2.2 Sensores

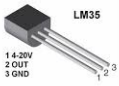




Los sensores IoT o también conocidos como sensores inteligentes son chips electrónicos que llevan integrado un circuito que es compatible con los estándares de comunicación usados en IoT, así mismo un sensor en un dispositivo compuesto por un transductor y un acondicionador de señal. El transductor detecta, mide e indica los cambios que se producen mientras que el acondicionador de señal es el responsable de convertir eso en datos interpretables por dispositivos electrónicos.

De acuerdo con la definición de WhatIs.com expuesto por Ligeró, R(2018) un sensor es: “Un dispositivo que detecta y responde a algún tipo de input del medio físico: puede ser luz, calor, movimiento, humedad, presión o cualquier fenómeno ambiental. El output es generalmente una señal legible en la ubicación del sensor o transmitida electrónicamente sobre una red para la lectura o procesamiento posterior”

Los sensores se usan en prácticamente todas las aplicaciones que integren IoT existiendo diversos tipos de sensores clasificados según su uso industrial o escolar. El único requerimiento para su uso es analizar previamente que clase de información se necesita, para luego poder elegir claramente el sensor correcto a instalar. Estos son algunos de los sensores más usados en IoT según Ligerio, R.(2018):

4.2.2.1 Sensor de Temperatura









Tabla 2. Sensores de Temperatura

| Sensor | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|------------|---------|----------|
| LM35 <i>Ilustración 2. Sensor LM35</i>  <i>(MV Electrónica, s/f)</i> | Sensor de temperatura analógico que proporciona una señal de voltaje proporcional a la temperatura medida. | Sí | Sí | 26.40\$ |
| DS18B20 <i>Ilustración 3. Sensor DS18B20</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura digital que utiliza el protocolo OneWire para transmitir datos de temperatura. | Sí | Sí | 12.00\$ |
| DHT22 (AM2302) <i>Ilustración 4. Sensor DHT22(AM2302)</i>  <i>(Mlstatic.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura y humedad relativa digital que entrega datos mediante señal serial. | Sí | Sí | 49.48\$ |
| HDC1000 <i>Ilustración 5. Sensor HDC1000</i>  <i>(logicbus.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura y humedad preciso con comunicación digital I2C. | Sí | No | 116.90\$ |
| BME280 <i>Ilustración 6. Sensor BME280</i>  <i>(Mouser.mx, s/f)</i> | Sensor de temperatura, humedad y presión atmosférica con comunicación I2C o SPI. | Sí | Sí | 108.59\$ |

| Sensor | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|---|------------|---------|----------|
| MAX31855 <i>Ilustración 7. Sensor MAX31855</i>  <i>(globoelectronics.com, s/f)</i> | Sensor para altas temperaturas, adecuado para aplicaciones industriales. | Sí | No | 330\$ |
| Termopar <i>Ilustración 8. Sensor Termopar</i>  <i>(Media-Amazon.com, s/f)</i> | Sensor que mide la diferencia de temperatura entre dos puntos mediante una pequeña tensión. | Sí | No | 325.90\$ |
| PT100 / PT1000 <i>Ilustración 9. Sensor PT100/PT1000</i>  <i>(Variohm.com, s/f)</i> | Resistencia que cambia con la temperatura, utilizada en aplicaciones industriales. | Sí | No | 171\$ |
| LM75 <i>Ilustración 10. Sensor LM75</i>  <i>(Copenents101.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura digital con comunicación I2C. | Sí | No | 118.85\$ |
| Si7021 <i>Ilustración 11. Sensor LM75</i>  <i>(Newark.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura y humedad con comunicación I2C. | Sí | Sí | 273.11\$ |
| TMP36 <i>Ilustración 12. Sensor TMP36</i>  <i>(Complubot.com, s/f)</i> | Sensor de temperatura analógico con salida en grados Celsius. | No | Sí | 60\$ |
| MCP9808 <i>Ilustración 13. Sensor MCP9808</i>  <i>(Org.za, s/f)</i> | Sensor de temperatura de alta precisión con comunicación I2C. | Sí | No | 305.95\$ |
| Sensor IR <i>Ilustración 14. Sensor IR</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Utiliza radiación infrarroja para medir la temperatura de objetos a distancia. | Sí | Sí | 154.99\$ |

4.2.2.2 Sensor de Humedad



Tabla 3. Sensores de Humedad

| Sensores de Humedad | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|---|------------|---------|----------|
| DHT11 <i>Ilustración 15. Sensor DHT11</i>  <i>(Naylampmechatronics.com, s/f)</i> | Sensor de humedad relativa y temperatura con comunicación serial. | Sí | Sí | 36.00\$ |
| DHT22 (AM2302) <i>Ilustración 16. Sensor AM2302</i>  <i>(Mlstatic.com, s/f)</i> | Sensor de humedad relativa y temperatura de mayor precisión, comunicación serial. | Sí | Sí | 49.48\$ |
| HDC1000 <i>Ilustración 17. Sensor HDC1000</i>  <i>(Logicbus, s/f)</i> | Sensor de humedad y temperatura preciso, comunicación digital I2C. | Sí | No | 116.90\$ |
| BME280 <i>Ilustración 18. Sensor BME280</i>  <i>(Mouser.mx, s/f)</i> | Sensor de humedad, temperatura y presión atmosférica, I2C o SPI. | Sí | Sí | 108.59\$ |
| Si7021 <i>Ilustración 19. Sensor Si7021</i>  <i>(Newark.com, s/f)</i> | Sensor de humedad y temperatura con comunicación I2C. | Sí | Sí | 273.11\$ |
| SHT31 <i>Ilustración 20. Sensor SHT31</i>  <i>(Mouser.mx, s/f)</i> | Sensor de humedad y temperatura de alta precisión con comunicación I2C. | Sí | Sí | 91.71\$ |
| Higrómetro de Suelo <i>Ilustración 21. Sensor Higrómetro de Suelo</i>  <i>(Media-Amazon, s/f)</i> | Mide la humedad en el suelo, utilizado en agricultura y jardinería. | Sí | Sí | 34.00\$ |
| Sensor IR <i>Ilustración 22. Sensor IR</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Puede medir la humedad en la superficie de objetos utilizando radiación infrarroja. | Sí | Sí | 154.99\$ |

4.2.2.3 Sensor de Presión






Tabla 4. Sensores de Presión


| Sensores de Presión | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|--|------------|---------|------------|
| BMP180 <i>Ilustración 23. Sensor BMP180</i>  <i>(Naylampmechatronics.com, s/f)</i> | Sensor de presión barométrica con comunicación I2C o SPI. | Sí | Sí | 189.41\$ |
| BMP280 <i>Ilustración 24. Sensor BMP280</i>  <i>(Instructables.com, s/f)</i> | Sensor de presión y temperatura con alta precisión, I2C o SPI. | Sí | Sí | 189.41\$ |
| BME280 <i>Ilustración 25. Sensor BME280</i>  <i>(Media.digikey.com, s/f)</i> | Sensor de presión, humedad y temperatura, I2C o SPI. | Sí | Sí | 310.16\$ |
| MPX10 <i>Ilustración 26. Sensor MPX10</i>  <i>(Mouser.com, s/f)</i> | Sensor de presión en aplicaciones industriales. | Sí | No | 298.00\$ |
| MPX5700 <i>Ilustración 27. Sensor MPX5700</i>  <i>(Media.digikey.com, s/f)</i> | Sensor de presión para aplicaciones industriales. | Sí | No | 466.61\$ |
| MPX5050 <i>Ilustración 28. Sensor MPX5050</i>  <i>(cdn.spakfun.com, s/f)</i> | Sensor de presión para aplicaciones industriales. | Sí | No | 466.55\$ |
| MS5803 <i>Ilustración 29. Sensor MS5803</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Sensor de presión y temperatura para aplicaciones submarinas. | Sí | No | 1,091.43\$ |

| Sensores de Presión | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|---|------------|---------|----------|
| HX711 <i>Ilustración 30. Sensor HX711</i>  <i>(cdn.spakfun.com, s/f)</i> | Amplificador de celda de carga que puede utilizarse para medir presión. | Sí | Sí | 270.67\$ |
| LPS25HB <i>Ilustración 31. Sensor LPS25HB</i>  <i>(cdn.spakfun.com, s/f)</i> | Sensor de presión y temperatura para aplicaciones portátiles y wearables. | Sí | Sí | 97.59\$ |

4.2.2.4 Sensor de Luz

Tabla 5. Sensores de Luz

| Sensores de Luz | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|------------|---------|---------|
| LDR (Resistor dependiente de la luz) <i>Ilustración 32. Sensor LDR</i>  <i>(Com.gt, s/f)</i> | Cambia su resistencia en función de la intensidad de luz incidente. | No | Sí | 79.00\$ |
| Fotodiodo <i>Ilustración 33. Sensor Fotodiodo</i>  <i>(Com.ar, s/f)</i> | Convierte la luz en una corriente eléctrica para medir la intensidad lumínica. | Sí | Sí | 20.69\$ |
| Fototransistor <i>Ilustración 34. Sensor Fototransistor</i>  <i>(Heguimusal.com, s/f)</i> | Similar al fotodiodo, pero con ganancia adicional, utilizado en aplicaciones industriales. | Sí | No | 7.00\$ |
| TSL2561 <i>Ilustración 35. Sensor TSL2561</i>  <i>(Media-Amazon, s/f)</i> | Sensor de luz digital que mide la intensidad lumínica en varios rangos. | Sí | Sí | 210.98 |
| BH1750 <i>Ilustración 36. Sensor BH1750</i>  <i>(Media-Amazon, s/f)</i> | Sensor de luz digital que proporciona mediciones en unidades de lux. | Sí | Sí | 54.00\$ |

| Sensores de Luz | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|------------|---------|----------|
| Sensor de Luz Infrarroja <i>Ilustración 37. Sensor de Luz Infrarroja</i>  <i>(Revistaseguridad360.com, s/f)</i> | Detecta luz infrarroja y se utiliza en aplicaciones de control remoto. | Sí | Sí | 154.99\$ |

4.2.2.5 Sensor de Movimiento



Tabla 6. Sensores de Movimiento

| Sensores de Movimiento | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|---|------------|---------|----------|
| PIR (Sensor de Infrarrojos Pasivo) <i>Ilustración 38. Sensor PIR</i>  <i>(Electan.com, s/f)</i> | Detecta movimiento a través de cambios en la radiación infrarroja en su entorno. | Sí | Sí | 179.00\$ |
| Ultrasonido (HC-SR04) <i>Ilustración 39. Sensor Ultrasonido</i>  <i>(Staticgnt.com, s/f)</i> | Mide la distancia midiendo el tiempo que tarda una señal ultrasónica en rebotar. Puede usarse para detectar movimiento. | Sí | Sí | 29.00\$ |
| OKY3230OKYSTAR <i>Ilustración 40. Sensor OKY3230OKYSTAR</i>  <i>(Cloudimg.io, s/f)</i> | Mide la aceleración, que puede utilizarse para detectar movimiento o inclinación. | Sí | Sí | 438.00\$ |
| Adxl335 <i>Ilustración 41. Sensor Adxl335</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Mide la velocidad angular y la orientación, se utiliza para detectar rotación o movimiento. | Sí | Sí | 144.00\$ |
| Sensor de Inclinación <i>Ilustración 42. Sensor de Inclinación</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Detecta cambios en la orientación y puede utilizarse para detectar inclinación o movimiento. | Sí | Sí | 99.00\$ |
| Sensor de Vibración <i>Ilustración 43. Sensor de Vibración</i>  <i>(Vystronic.com, s/f)</i> | Detecta vibraciones o movimientos bruscos. | Sí | Sí | 45.00\$ |

4.2.2.6 Sensor de Gas





Tabla 7. Sensores de Gas

| Sensores de Gas | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|--|------------|---------|---------|
| MQ-2 <i>Ilustración 44. Sensor MQ-2</i>  <i>(Tresdprinttech.com, s/f)</i> | Sensor de gas inflamable, humo y gases tóxicos. | Sí | Sí | 63.00\$ |
| MQ-4 <i>Ilustración 45. Sensor MQ-4</i>  <i>(Tecneu.com, s/f)</i> | Detecta gas metano (CH ₄) en el aire. | Sí | Sí | 46.00\$ |
| MQ-5 <i>Ilustración 46. Sensor MQ-5</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Sensor de gas de propano, butano y GLP. | Sí | Sí | 46.00\$ |
| MQ-6 <i>Ilustración 47. Sensor MQ-6</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Detecta gas de propano, butano, metano y otros gases. | Sí | Sí | 46.00\$ |
| MQ-7 <i>Ilustración 48. Sensor MQ-7</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Sensor de monóxido de carbono (CO). | Sí | Sí | 46.00\$ |
| MQ-8 <i>Ilustración 49. Sensor MQ-8</i>  <i>(Elecbee.com, s/f)</i> | Detecta gas de hidrógeno (H ₂). | Sí | Sí | 46.00\$ |
| MQ-135 <i>Ilustración 50. Sensor MQ-135</i>  <i>(Sandorobotics.com, s/f)</i> | Sensor de gases peligrosos como amoníaco (NH ₃), benceno, humo y CO ₂ . | Sí | Sí | 94.93\$ |

| Sensores de Gas | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|---|------------|---------|------------|
| Sensor de CO2 (MH-Z19) <i>Ilustración 51. Sensor de CO2</i>  <i>(Media.amazon.com, s/f)</i> | Mide la concentración de dióxido de carbono (CO2) en el aire. | Sí | Sí | 495.21\$ |
| Sensor de O2 <i>Ilustración 52. Sensor de O2</i>  <i>(Blogspot.com, s/f)</i> | Mide la concentración de oxígeno (O2) en el aire. | Sí | Sí | 2,837.00\$ |




4.2.2.7 Sensor de Flujo

Tabla 8. Sensores de Flujo

| Sensores de Flujo | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|------------|---------|----------|
| Sensor de Flujo de Aire <i>Ilustración 53. Sensor de Flujo de Aire</i>  <i>(Alicdn.com, s/f)</i> | Mide la velocidad del flujo de aire en sistemas de ventilación y HVAC. | Sí | Sí | 372.20\$ |
| Sensor de Flujo de Líquido <i>Ilustración 54. Sensor de Flujo de Líquido</i>  <i>(Naylampmechatronics.com, s/f)</i> | Mide el flujo de líquidos en tuberías y sistemas de bombeo. | Sí | Sí | 372.20\$ |
| Sensor de Flotador <i>Ilustración 55. Sensor de Flotador</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Detecta el flujo mediante un flotador que se mueve con el fluido. | Sí | Sí | 76.23\$ |
| Sensor de Flujo Térmico <i>Ilustración 56. Sensor de Flujo Térmico</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Mide el flujo de gas basándose en la transferencia de calor. | Sí | Sí | 115.00\$ |



4.2.2.8 Sensor de PH





Tabla 9. Sensores de PH

| Sensores de pH | Descripción | Industria | Escolar | Precio |
|--|--|-----------|---------|----------|
| Electrodo de pH <i>Ilustración 57. Electrodo de pH</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Mide el potencial de hidrógeno (pH) de una solución utilizando un electrodo. | Sí | Sí | 485.94\$ |
| Sensor de pH de Vidrio <i>Ilustración 58. Sensor de pH de Vidrio</i>  <i>(Made.com, s/f)</i> | Similar al electrodo de pH, utiliza un bulbo de vidrio para medir el pH. | Sí | Sí | 248.00\$ |
| Sensor de pH de Estado Sólido <i>Ilustración 59. Sensor de pH de Estado Sólido</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Utiliza materiales de estado sólido para medir el pH en soluciones. | Sí | No | 461.00\$ |

4.2.2.9 Sensor de Vibración

Tabla 10. Sensores de Vibración

| Sensores de Vibración | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|---|------------|---------|---------|
| Sensor de Vibración (SW-420) <i>Ilustración 60. Sensor SW420</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Detecta vibraciones o golpes y entrega una señal digital. | Sí | Sí | 45.00\$ |
| Sensor de Vibración (SW-520D) <i>Ilustración 61. Sensor SW520D</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | Similar al SW-420, pero proporciona una salida analógica. | Sí | Sí | 99.00\$ |

| Sensores de Vibración | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|---|------------|---------|----------|
| Acelerómetro <i>Ilustración 62. Sensor Acelerómetro</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Mide la aceleración en varias direcciones, incluida la vibración. | Sí | Sí | 144.00\$ |
| Sensor de Vibración Piezoeléctrico <i>Ilustración 63. Sensor de Vibración Piezoeléctrico</i>  <i>(Com.mx, s/f)</i> | Convierte las vibraciones en señales eléctricas utilizables. | Sí | Sí | 234.91\$ |
| Sensor de Golpe <i>Ilustración 64. Sensor de Golpe</i>  <i>(Corneshopapp.com, s/f)</i> | Detecta impactos y golpes en objetos. | Sí | Sí | 71.61\$ |
| Sensor de Impacto <i>Ilustración 65. Sensor de Impacto</i>  <i>(Blogspot.com, s/f)</i> | Similar al sensor de golpe, detecta impactos y vibraciones. | Sí | Sí | 43.00\$ |

4.2.3 Actuadores

Los actuadores en el entorno de IoT son diversos dispositivos capaces de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre el elemento externo, como lo menciona Víctor D (2020) “Un actuador es un dispositivo que recibe una señal generalmente eléctrica y la transforma en movimiento”. A diferencia de los sensores que detectan y envían una señal, los actuadores reciben esa señal y la convierten en una acción

. Este recibe la orden de un regulador, controlador o también conocidos como placas de desarrollo y en función de ella genera la orden para activar un elemento final de control, existen varios tipos de actuadores como son:

- Eléctricos
- Electrónicos
- Hidráulicos
- Motores
- Neumáticos

Para que un actuador pueda ejecutar una acción a partir de señales, se necesitan drivers o manejadores que sirvan como puente de comunicación para poder mandar las órdenes a través de una placa de desarrollo con ayuda de un lenguaje de programación. Así mismo existen otros actuadores que no entran en las categorías anteriores como son :

- **Relay Driver:** Es un circuito electrónico que usa un transistor para activar la bobina del relé de forma que con una pequeña corriente se active el circuito que lo alimenta desde una fuente externa. (Jecrespom P,2015)
- **Motores:**
 - **Motor DC:** Es un motor de corriente continua que convierte energía eléctrica en mecánica, compuesto de dos partes, un estator y un rotor. (Diymakers, 2015)
 - **Servomotor:** Esta conformado por un motor de corriente continua con la capacidad de posicionarse en una posición determinada y permanecer fija en esta, normalmente el ángulo es de 0 a 180 grados se alimenta de 5 voltios mínimo. (Arduino.Cc, s/f)
 - **Motor Paso a Paso:** dispositivo electromagnético que convierte impulsos eléctricos en movimientos mecánicos de rotación. (Diymakers, 2015)

Por último, tenemos otros dispositivos que usan las salidas digitales, que podemos denominarlos dispositivos periféricos:

- Pantalla LCD
- Zumbadores
- Displays numéricos
- Pulsadores/Interruptores
- Pantallas táctiles
- Indicadores luminosos
- Impresoras

Se muestra a continuación una tabla con diversos actuadores que son comúnmente usados en el ámbito industrial, así como en el ámbito estudiantil:

Tabla 11. Actuadores

| Tipos de Actuadores | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|--|------------|---------|----------|
| Relé electromecánico <i>Ilustración 66. Relé Electromecánico</i>  <i>(Corneshoapp.com, s/f)</i> | Interruptor controlado electrónicamente | Sí | No | 59.00\$ |
| Relé de estado sólido <i>Ilustración 67. Relé de Estado Sólido</i>  <i>(Blogspot.com, s/f)</i> | Interruptor electrónico sin partes móviles | Sí | Sí | 99.99\$ |
| Servomotor estándar <i>Ilustración 68. Servomotor</i>  <i>(Bingwarecomponents.com, s/f)</i> | Motor que permite control preciso de posición | Sí | Sí | 383.30\$ |
| Servomotor rotativo <i>Ilustración 69. Servomotor Rotativo</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Motor que permite control preciso de rotación | Sí | Sí | 344.66\$ |
| Servomotor lineal <i>Ilustración 70. Servomotor lineal</i>  <i>(Tecnoing.com, s/f)</i> | Motor que permite control preciso de movimiento lineal | Sí | Sí | 427.00\$ |
| Actuador lineal eléctrico <i>Ilustración 71. Actuador Lineal eléctrico</i>  <i>(Directindustry.com, s/f)</i> | Genera movimiento lineal usando un motor eléctrico | Sí | Sí | 349.00\$ |
| Cilindro hidráulico <i>Ilustración 72. Cilindro Hidráulico</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Genera movimiento lineal usando fluido hidráulico | Sí | No | 603.00\$ |

| Tipos de Actuadores | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|-------------------|----------------|---------------|
| Solenoides <i>Ilustración 73. Solenoide</i>  <i>(Hwlibre.com, s/f)</i> | Genera movimiento mediante un campo electromagnético | Sí | Sí | 198.10\$ |
| Electroimán <i>Ilustración 74. Electroimán</i>  <i>(sandorobotics.com, s/f)</i> | Imán temporal generado por corriente eléctrica | Sí | Sí | 532.51\$ |
| LCD <i>Ilustración 75. Pantalla LCD</i>  <i>(Hwlibre.com, s/f)</i> | LCD o pantalla de cristal líquido, está conformada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora, es delgada y plana. | Sí | Sí | 150.00\$ |
| Buzzer <i>Ilustración 76. Buzzer</i>  <i>(Uelectronics.com, s/f)</i> | También conocido como zumbador es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido. Para hacerlos funcionar solo basta conectar el positivo con el + y la tierra o negativo con el – de una batería o cualquier fuente de corriente directa. | Sí | Sí | 29.00\$ |
| LED RGB <i>Ilustración 77. Led RGB</i>  <i>(Wordpress.com, s/f)</i> | El LED RGB (Red, Green, Blue) combina estos tres colores para formar más de 16 millones de tonos de luz, de esta forma, dependiendo de la tonalidad pasada como parámetro, puede emitir un color de luz u otro. | Sí | Sí | 310.16\$ |
| Potenciómetro <i>Ilustración 78. Potenciómetro</i>  <i>(Wikipwdia.org, s/f)</i> | Un potenciómetro es un resistor eléctrico con una variable de resistencia y que generalmente es ajustable manualmente. Los potenciómetros utilizan tres terminales y se suelen utilizar en circuitos de poca corriente, para circuitos de mayor corriente se utilizan los reóstatos. | Sí | Sí | 162.30 |

4.2.4 Placas de Desarrollo

De acuerdo con López L. G. (2022) “las placas de programación o de desarrollo son dispositivos que cuentan con un microcontrolador (microchip) programable que puede ejecutar diferentes instrucciones y, por lo tanto, son adecuadas para crear todo tipo de dispositivos “inteligentes””. Estas placas son utilizadas en el ámbito educativo para trabajar la programación y en algunos casos la robótica con el alumnado.

Las placas de desarrollo incluyen diversos componentes como lo es una fuente de alimentación, soporte para conectar sensores y, a veces, incluso sensores y actuadores integrados. Las placas de desarrollo generalmente estas placas cuentan con entradas y salidas analógicas y/o digitales para permitir la comunicación con sensores externos, haciendo uso de la electrónica digital.

Las placas de desarrollo cuentan con un microprocesador reprogramable, en el cual, se pueden escribir instrucciones en un lenguaje de programación para que después dichas instrucciones sean ejecutadas por el microprocesador. No existe un único lenguaje de programación para las placas de desarrollo, se puede elegir entre muchas opciones como C, C++, Arduino, Python, JavaScript, etc. (López .L .G, 2022)

Algunos modelos de placas de desarrollo cuentan con un sistema operativo completo corriendo en su procesador, por lo general es un sistema operativo basado en Linux, y sobre este sistema se pueden correr infinidad de aplicaciones, siendo los más comunes sistemas orientados a electrónica digital, mediante los cuales, haciendo uso de sensores externos, se pueden obtener datos de variables físicas, como temperatura ambiente, humedad, movimiento, velocidad, geolocalización, pulsos, reconocimiento biométrico, entre muchos otros.

Existen varios modelos de placas de desarrollo y microcontroladores disponibles como las siguientes:




- **Arduino:** Las placas de desarrollo Arduino se pueden conectar a un computador por medio de cable USB, una vez conectadas, se hace uso del entorno de desarrollo Arduino (IDE), en el cual, mediante el lenguaje de programación Arduino se pueden








escribir instrucciones lógicas y posteriormente estas se envían a la placa para que sean ejecutadas por el microcontrolador.(Arduino, 2020)

- **Photon:** “El Photon es una pequeña placa de desarrollo con wifi integrado ideal para el desarrollo de proyectos de Internet de las cosas. Es muy sencillo de utilizar – se programa con Arduino -, es potente y está conectado directamente a la nube”. (Lemus I, 2019).
- **Raspberry Pi:** “Es un pequeño ordenador capaz, que puede ser utilizado por muchas de las cosas que su PC de escritorio hace, como hojas de cálculo, procesadores de texto y juegos. También reproduce vídeo de alta definición”. (Lemus I, 2019).
- **ESP32:** “La serie ESP32 emplea un microprocesador Tensilica Xtensa LX6 en variaciones de doble núcleo y un solo núcleo e incluye interruptores de antena incorporados, balun RF, amplificador de potencia, amplificador de recepción de bajo ruido, filtros y módulos de administración de energía”. (Lemus I, 2019).

Las placas mencionadas anteriormente mantienen un amplio catálogo de modelos por lo que se enlistaran los modelos recomendados para uso estudiantil:

Tabla 12. Placas de Desarrollo

| Nombre | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|--|--|------------|---------|------------|
| Arduino Uno <i>Ilustración 79. Placa Arduino 1</i>  <i>(Wordpress.com, s/f)</i> | Microcontrolador programable con facilidad de uso y amplia comunidad de desarrolladores. | Sí | Sí | 349.00\$ |
| Raspberry Pi <i>Ilustración 80. Placa Raspberry Pi</i>  <i>(Wikipedia.org, s/f)</i> | Minicomputadora con potencia y capacidad de conectividad. | Sí | Sí | 1,925.46\$ |
| ESP8266 <i>Ilustración 81. Placa ESP8266</i>  <i>(Com.mx, s/f)</i> | Módulos de conectividad integrados con Wi-Fi y programables con Arduino. | Sí | Sí | 82.00\$ |

| Nombre | Descripción | Industrial | Escolar | Precio |
|---|--|------------|---------|------------|
| ESP32 <i>Ilustración 82. Placa ESP32</i>  <i>(Wikipedia.org, s/f)</i> | Módulos con conectividad Wi-Fi integrada y programables con Arduino. | | | 175.42\$ |
| Particle Photon / Electron <i>Ilustración 83. Placa Photon</i>  <i>(Com.mx, s/f)</i> | Placas IoT basadas en microcontroladores STM32 con conectividad Wi-Fi o celular. | Sí | Sí | 90.00\$ |
| BeagleBone <i>Ilustración 84. Placa BeagleBone</i>  <i>(Sparkfun.com, s/f)</i> | Placa de desarrollo con potencia de procesamiento adecuada para aplicaciones de IoT. | Sí | Sí | 1,857.02\$ |
| Intel Edison / Galileo <i>Ilustración 85. Placa Intel Edison</i>  <i>(Arrow.com, s/f)</i> | Placas con capacidades avanzadas y potencia de procesamiento. | Sí | Sí | 2,195.00\$ |
| NVIDIA Jetson <i>Ilustración 86. Placa Jetson</i>  <i>(Wikipedia.org, s/f)</i> | Placas para aplicaciones de inteligencia artificial y visión por computadora. | Sí | Sí | 3,091.95\$ |
| Micro:bit <i>Ilustración 87. Placa Micro:bit</i>  <i>(Media-amazon.com, s/f)</i> | Placa de educación para proyectos de IoT más simples. | Sí | Sí | 944.78\$ |
| NodeMCU <i>Ilustración 88. Placa NodeMCU</i>  <i>(Geekfactory.com, s/f)</i> | Basada en ESP8266, ofrece conectividad Wi-Fi para proyectos de IoT. | Sí | Sí | 149.00\$ |
| Wio Link <i>Ilustración 89. Placa Wio Link</i>  <i>(Seeedstudio.com, s/f)</i> | Placa con conectividad en la nube para automatización del hogar. | Sí | Sí | 684.40\$ |

4.3 Software

4.3.1 Licencias

Es importante comprender que en un laboratorio de IoT (Internet of Things), se pueden utilizar una variedad de software para diferentes propósitos, desde el desarrollo de dispositivos y sensores hasta la gestión de datos y análisis. Es por ello que es importante tener en cuenta que las licencias y permisos de software pueden variar ampliamente según el proyecto, el uso y la forma en que se implementen. A continuación, proporcionamos información general sobre las licencias más comunes asociadas con algunos de los softwares más utilizados. Sin embargo, te recomendamos que siempre verifiques las licencias específicas y los términos de uso de cada software antes de utilizarlo en un proyecto real, debido a que las licencias y términos de uso pueden cambiar con el tiempo. Siempre recomendamos verificar los sitios web oficiales y las documentaciones para obtener la información más actualizada y precisa sobre las licencias y permisos de cada software específico que se planea utilizar.

1. Arduino:
 - Licencia: Arduino IDE y la mayoría de las bibliotecas utilizan la Licencia Pública General de GNU (GPL) o la Licencia Pública General de GNU Menor (LGPL). Las bibliotecas pueden variar en sus licencias.
 - Dónde obtener información: Puedes encontrar detalles de licencia en la documentación y repositorios oficiales de Arduino.
2. Raspberry Pi:
 - Licencia: Raspberry Pi utiliza una combinación de licencias de código abierto. La mayoría de las distribuciones de software para Raspberry Pi se basan en sistemas operativos de código abierto como Linux.
 - Dónde obtener información: Consulta los sitios web oficiales de los sistemas operativos basados en Raspberry Pi para obtener información sobre las licencias.
3. AWS IoT, Microsoft Azure IoT, Google Cloud IoT:
 - Licencia: Estas plataformas de nube ofrecen servicios basados en suscripción. Los términos y condiciones varían según los planes y servicios que elijas. La mayoría de las veces, no se trata de software de código abierto, sino de servicios propietarios.
 - Dónde obtener información: Sitios web oficiales de AWS, Microsoft Azure y Google Cloud para obtener información sobre los términos de uso y precios.
4. Python:
 - Licencia: Python utiliza la Licencia de Python de código abierto (Python Software Foundation License).
 - Dónde obtener información: Puedes encontrar detalles de la licencia en la documentación oficial de Python y en su sitio web.
5. C/C++:

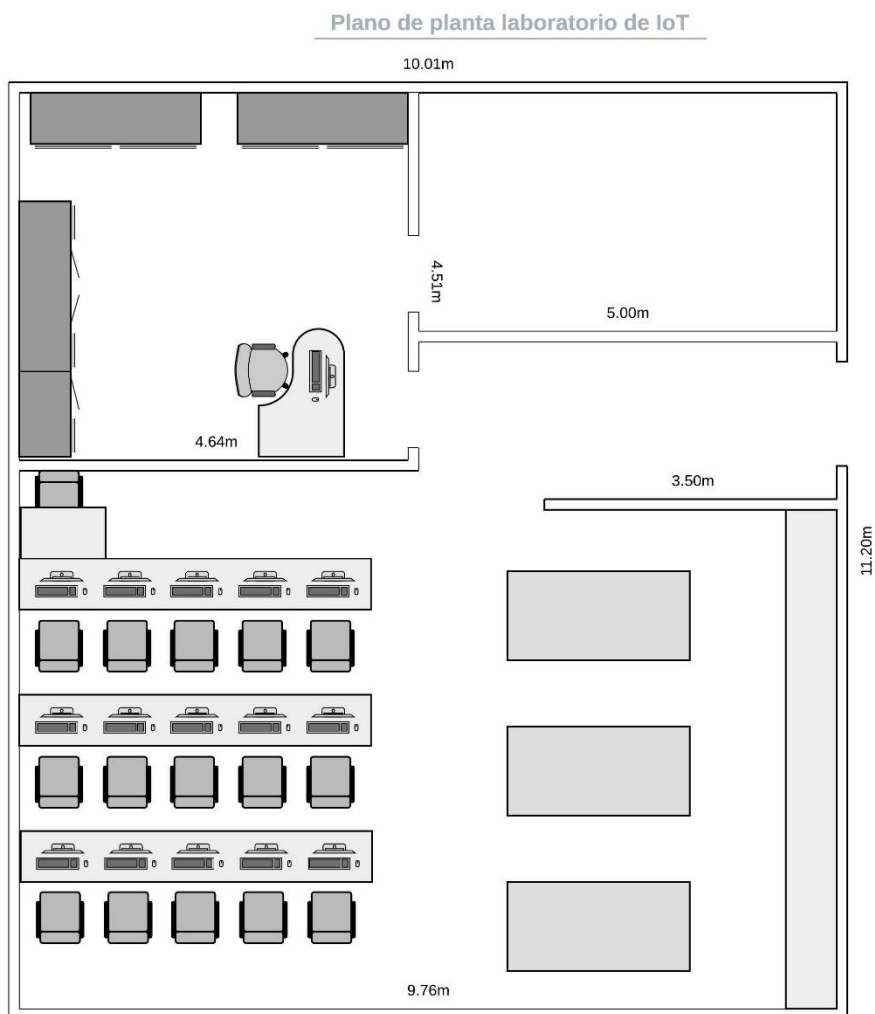
- Licencia: Los lenguajes de programación en sí no tienen licencias, pero las bibliotecas y herramientas específicas que utilices pueden tener sus propias licencias.
 - Dónde obtener información: Verifica las licencias en la documentación de las bibliotecas y herramientas específicas que utilices.
6. Node-RED:
- Licencia: Node-RED utiliza la Licencia Apache 2.0.
 - Dónde obtener información: Consulta la documentación oficial de Node-RED y su repositorio en GitHub para detalles sobre la licencia.
7. Grafana:
- Licencia: Grafana utiliza la Licencia Apache 2.0.
 - Dónde obtener información: Encuentra detalles de la licencia en la documentación y el sitio web oficial de Grafana.
8. Git:
- Licencia: Git utiliza la Licencia Pública General de GNU (GPL) versión 2.
 - Dónde obtener información: Consulta la documentación oficial de Git y su repositorio en GitHub para información sobre la licencia.

4.4 Políticas de Calidad

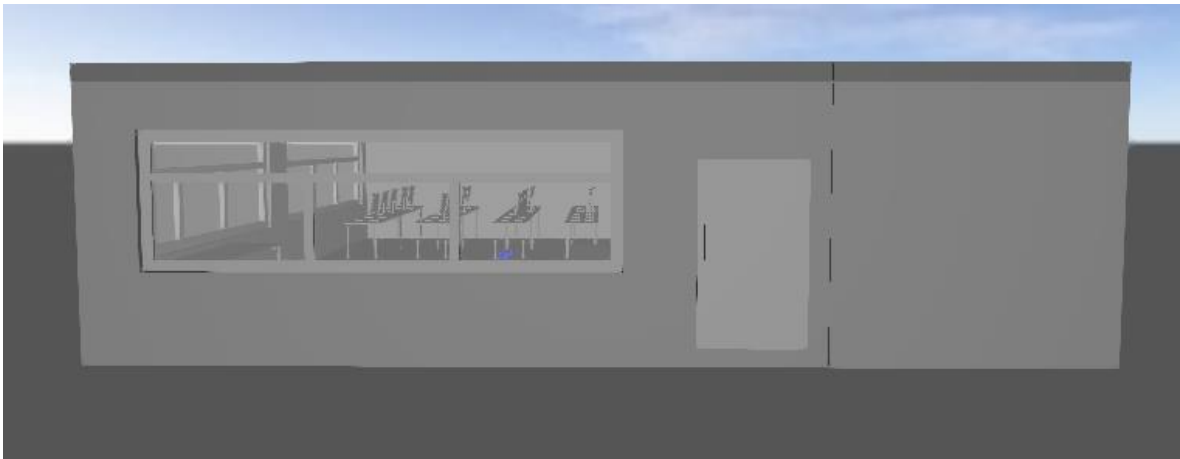
Conclusiones

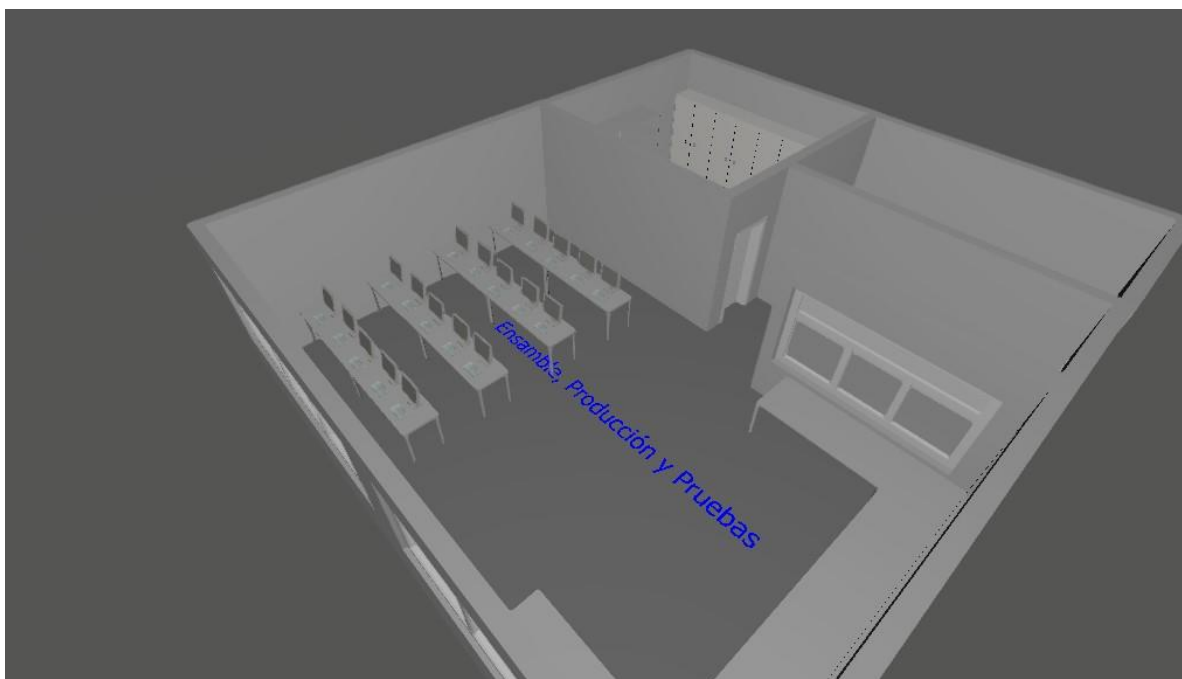
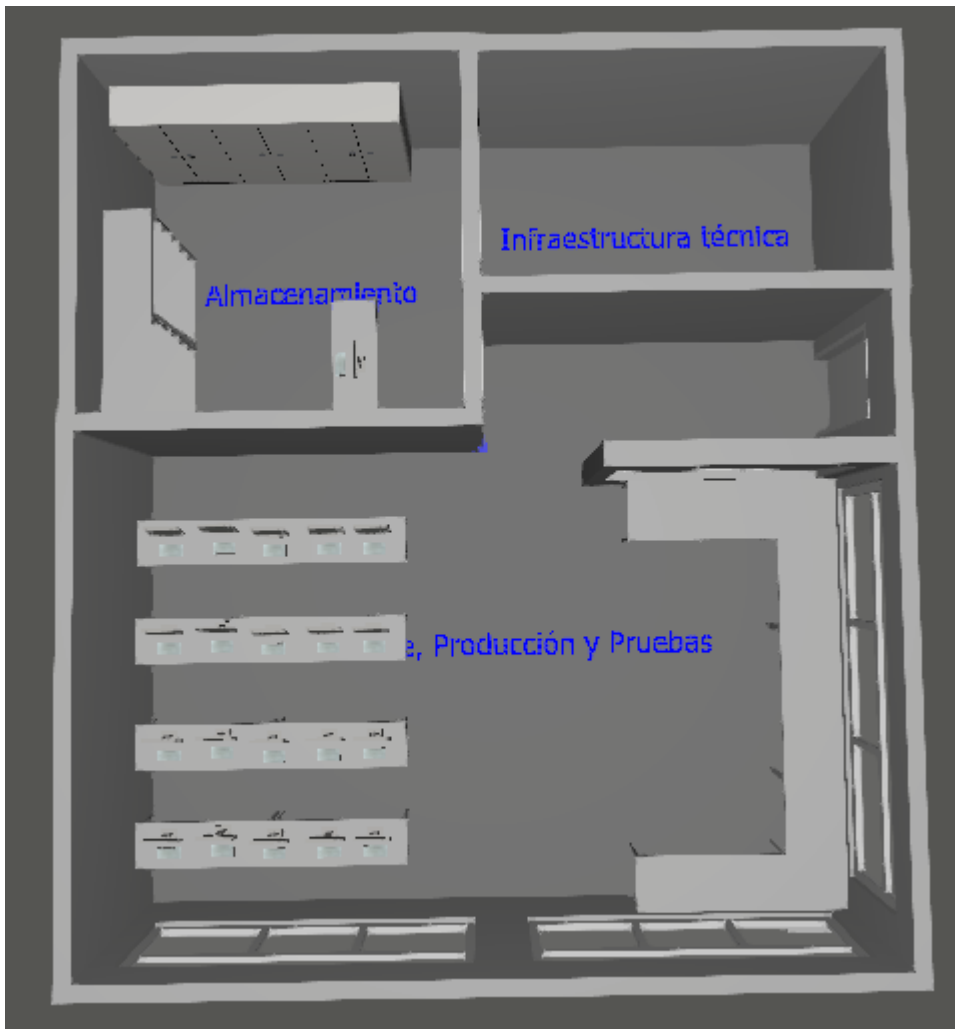
Anexos

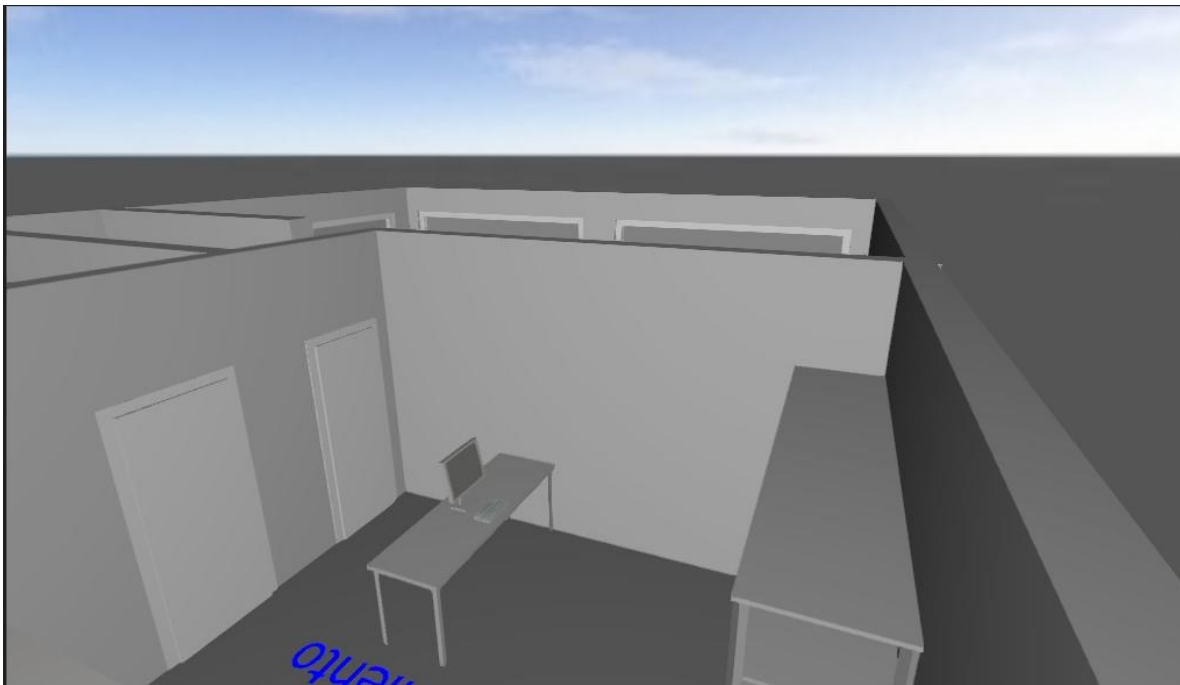
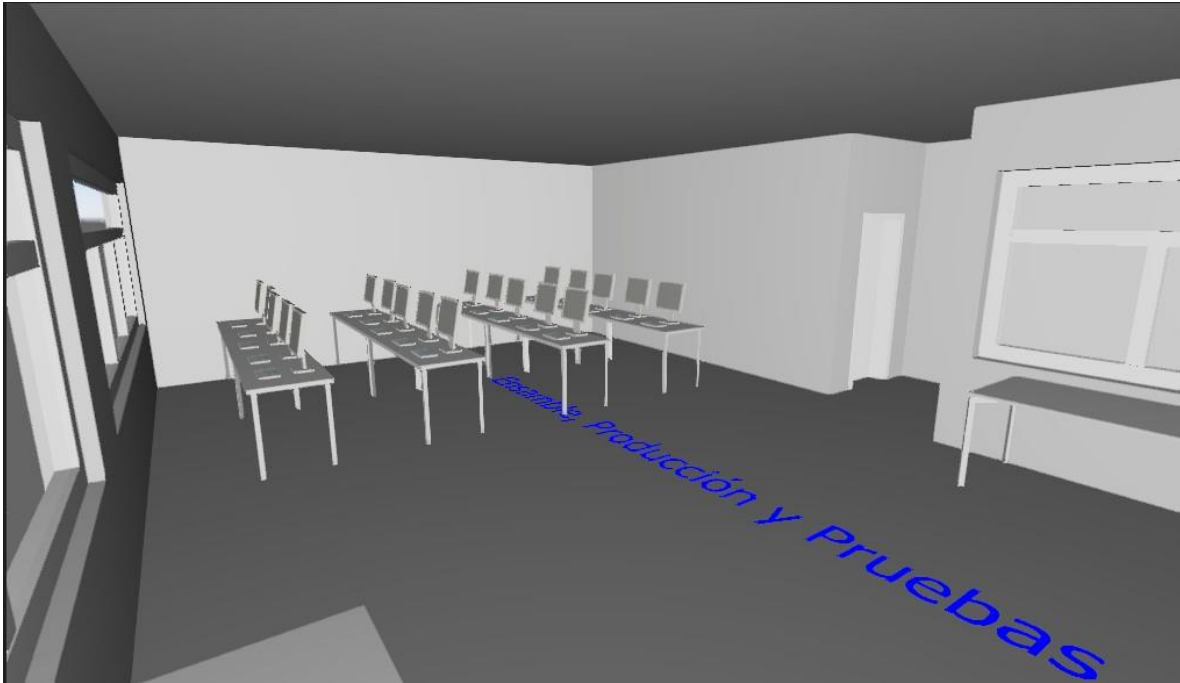
Propuesta de laboratorio de IoT Plano de Planta

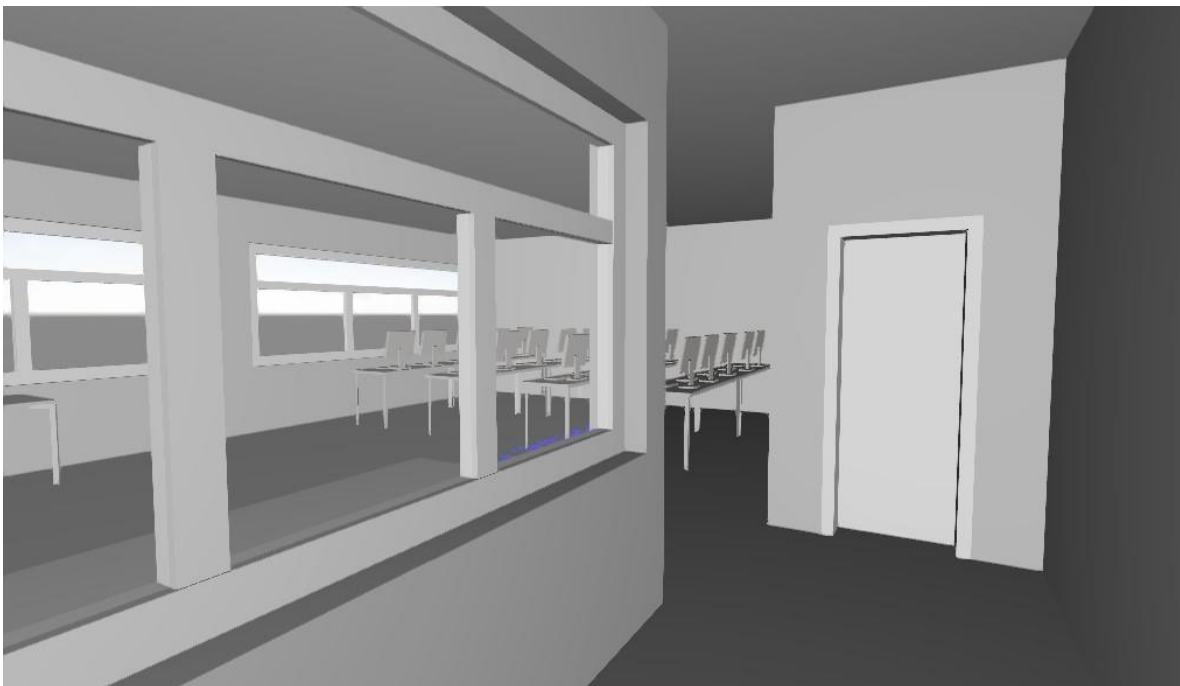


Vista modelo 3D, Propuesta del Laboratorio de IoT









Glosario de Términos

AWS: Amazon Web Services

Azure: Es una plataforma de servicios en la nube desarrollada por Microsoft que ofrece una amplia gama de servicios de cómputo, almacenamiento y aplicaciones

C.I.N: Cuna de la Independencia Nacional

CeDInt: Centro de Domótica Integral

CEI: Comisión Estatal de Infraestructura

CH4: Es un gas incoloro e inodoro que es el principal componente del gas natural.

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Domótica: onjunto de sistemas y tecnologías capaces de automatizar una vivienda, mediante la gestión inteligente de la energía, las comunicaciones, la iluminación, la seguridad y todos los elementos de una vivienda o edificación con el fin de aportar seguridad, bienestar y confort

Estator: Parte mecánica del motor donde están los polos del imán

Edge Computing: Computación en el Borde

ENISA: Agencia de Ciberseguridad de la Unión Europea

Firewalls: Son sistemas de seguridad que controlan y monitorean el tráfico de red para proteger las redes y sistemas informáticos de amenazas y accesos no autorizados.

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

Frameworks: En desarrollo de software, se refiere a estructuras predefinidas y herramientas que ayudan a los desarrolladores a crear aplicaciones de manera más eficiente y coherente.

HVAC: Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado

I2C: Es un protocolo de comunicación utilizado para conectar dispositivos electrónicos en un circuito.

IDE: Entorno de Desarrollo Integrado

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

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones

LaNIF: Laboratorio Nacional de Internet del Futuro

LoRa: Es una tecnología de comunicación inalámbrica de largo alcance utilizada en aplicaciones de IoT

LoRaWAN: Es un protocolo de red que utiliza la tecnología LoRa para permitir la comunicación de larga distancia en aplicaciones de IoT.

Matplotlib: Una biblioteca de visualización de datos en Python que se utiliza para crear gráficos y visualizaciones

NAS: Almacenamiento conectado a la red

NIST: Instituto Nacional de Estándares y Tecnología

NumPy: Biblioteca de Python utilizada para trabajar con matrices y operaciones numéricas

OneWire: Es un protocolo de comunicación de datos diseñado para sistemas de un solo cable

PlatformIO: Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) para programar microcontroladores y sistemas embebidos

Rotor: Parte móvil del motor con devanado y un núcleo, al que llega corriente a través de las escobillas

Sigfox: Una red de comunicación global diseñada para el Internet de las Cosas (IoT), que permite la comunicación de baja velocidad y bajo consumo energético

SPI: Interfaz de Periféricos en Serie

STEM: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas

TI: Tecnologías de Comunicación

TIC: Tecnologías de la Información y Comunicación

TIER: Un nivel de clasificación de disponibilidad en centros de datos

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

Bibliografia