

TESLA FULL SELF DRIVING

Daniel Loyola

Nicolas Paez

Profesora Maritza Torres

14/11/24

Índice

Acta de constitución del proyecto	5
Objetivo Del proyecto	5
Justificación del proyecto	6
Descripción del alcance Inicial	6
Identificación de los principales Stakeholders.....	6
Autorización del inicio del proyecto	7
Presupuesto estimado.....	7
2. Planificación del Proyecto.....	7
Planificación del Proyecto	11
Plan del alcance del proyecto.....	11
Plan de gestión del cronograma	12
Establecimiento de la secuencia de actividades	13
Secuencia de las actividades	15
Estimación de la duración de las actividades	17
Desarrollo del cronograma	18
Plan de gestión de Costos	20
Plan de gestión de Calidad.....	21
Plan de gestión de recursos	24
Plan de gestión de Comunicacion	25



MÁS UNIVERSIDAD

Plan de gestión de riesgos	27
----------------------------------	----

1. Introducción

Este informe tiene como propósito exponer el proceso y los resultados obtenidos durante la ejecución de un proyecto de desarrollo de software, aplicado bajo la metodología PMBOK. El proyecto **Tesla Full Self Driving (FSD)** tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de conducción autónoma que busca mejorar la seguridad y la eficiencia de los vehículos autónomos, permitiendo que el vehículo tome decisiones complejas de manera autónoma, tales como giros, cambios de carril y adaptación a señales de tráfico, sin la intervención constante del conductor.

La importancia de este trabajo radica en su capacidad para crear un sistema que pueda evaluar y actuar en situaciones de riesgo de manera más rápida y precisa que un ser humano. Este sistema no solo tiene la capacidad de manejar el vehículo de forma más segura, sino también de optimizar la toma de decisiones para reducir el impacto de potenciales accidentes y minimizar las consecuencias para las personas involucradas. Con este objetivo, el proyecto tiene un impacto significativo al permitir decisiones más ágiles en el entorno de conducción y reducir el costo en vidas humanas.

A través de este informe, se detallarán las distintas etapas del proyecto, comenzando con la formulación del **Acta de Constitución**, pasando por la planificación estratégica, la ejecución y culminando con el cierre, incluyendo lecciones aprendidas y recomendaciones para futuros desarrollos en sistemas de conducción autónoma. Asimismo, se mostrará cómo se gestionaron los recursos, el cronograma y los riesgos, y cómo se coordinó el trabajo con los stakeholders para asegurar que el proyecto cumpliera con los objetivos establecidos, dentro de los plazos y presupuesto previstos.

El uso de PMBOK permitió llevar a cabo una planificación adecuada, un control preciso de los recursos y el cronograma, y la implementación de estrategias para la gestión de riesgos, asegurando que el proyecto cumpliera con los objetivos de seguridad, eficiencia y autonomía. Este informe refleja no solo la ejecución efectiva del proyecto, sino también el aprendizaje y la mejora continua aplicados durante su desarrollo.

Para adentrarnos en el desarrollo del proyecto, se ha dividido la totalidad de este en etapas. Comenzamos lógicamente con el **Inicio del Proyecto**, donde se encuentran los fundamentos del proyecto y los documentos que lo definen.

2. Inicio del Proyecto

En el inicio del proyecto, se resumen principalmente la construcción de los siguientes documentos:

Acta de constitución del proyecto

Objetivo Del proyecto

El objetivo principal del proyecto Tesla Full Self-Driving (FSD) es desarrollar e implementar un sistema de conducción autónoma total en todos los modelos de Tesla. Esto incluye el desarrollo de un software avanzado que permita a los vehículos de Tesla operar sin intervención humana en la mayoría de las situaciones de tráfico, con el fin de mejorar la seguridad y la eficiencia del transporte.

Justificación del proyecto

La justificación del proyecto se basa en la creciente demanda de soluciones de transporte más limpias y eficientes, impulsadas por preocupaciones ambientales y políticas gubernamentales. Tesla tiene la oportunidad de revolucionar la industria automotriz mediante la combinación de vehículos eléctricos de alto rendimiento con tecnología de conducción autónoma, alineándose con las tendencias hacia un futuro más sostenible y competitivo en la industria del transporte.

Descripción del alcance Inicial

El alcance inicial del proyecto incluye el desarrollo del sistema FSD para todos los modelos de Tesla, asegurando que los vehículos puedan operar de manera autónoma en la mayoría de las condiciones de tráfico. Esto abarca el desarrollo de software, pruebas en carretera, y la integración con el hardware del vehículo, como cámaras, radares y LiDAR. También implica el cumplimiento con regulaciones de seguridad vial y la implementación de actualizaciones OTA (Over-the-Air) para mejorar el sistema de manera continua.

Importante considerar que el proyecto no incluye la provisión de vehículos, sensores ni cámaras, que son proporcionados por otros equipos o proveedores.

Identificación de los principales Stakeholders

- Elon Musk: CEO de Tesla y patrocinador principal del proyecto.
- Lars Moravy: VP de Ingeniería de Vehículos en Tesla, involucrado en el desarrollo de productos.
- Ashok Elluswamy: Director de Autopilot Engineering, encargado de la ingeniería de autopiloto.
- Jerome Guillen: Ex presidente de Automoción, parte de la operación de automoción.
- Jensen Huang: CEO de NVIDIA, proveedor clave de hardware para el proyecto.

- Alex Honnold: Fundador de la The Honnold Foundation, relacionado con la sostenibilidad.
- Waymo y Toyota: Competidores directos en la tecnología de autonomía.
- Euro NCAP: Organismo de evaluación de seguridad en Europa, clave para las certificaciones.

Autorización del inicio del proyecto

El proyecto fue autorizado por los patrocinadores principales con las siguientes fechas de firma:

- Elon Musk (Patrocinador Principal): 30/08/2024
- Lars Moravy (VP de Ingeniería de Vehículos): 30/08/2024
- Jensen Huang (CEO de NVIDIA): 30/08/2024

Esta autorización marca el inicio formal del proyecto y la asignación de recursos para su ejecución.

Presupuesto estimado

Considerando la tecnología que se busca implementar, la considerable cantidad de ingenieros que se necesitan entre acuerdos legales, entre otros.

Por lo cual se estima un presupuesto de \$460.000.000

2. Planificación del Proyecto

A. Plan de Gestión de alcance

El objetivo del Plan de Gestión del Alcance es garantizar que todas las actividades, entregables y resultados que componen el proyecto de desarrollo del sistema Full Self-Driving (FSD) de Tesla sean claramente definidos, gestionados y controlados a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Se busca evitar la "*deriva del alcance*" (scope creep), asegurando

que solo se lleven a cabo los trabajos necesarios para cumplir con los objetivos del proyecto, sin añadir funcionalidades no previstas que puedan alterar los costos, plazos o calidad.

El alcance del proyecto debe ser definido de manera precisa y alineado con los objetivos estratégicos de Tesla. Esto incluye todos los entregables, tareas y actividades que forman parte del proyecto, asegurando que el producto final cumpla con los estándares de seguridad, funcionalidad y confiabilidad requeridos. El alcance no solo debe especificar lo que se va a desarrollar, sino también los criterios de calidad y las expectativas del cliente.

El alcance del proyecto FSD de Tesla se puede dividir en varias áreas clave. Primero, se encuentra el **desarrollo del software FSD**, que implica la creación de algoritmos para la conducción autónoma, el uso de aprendizaje automático, el procesamiento de datos en tiempo real y la integración de sensores y cámaras en los vehículos. Además, se deberá cumplir con las normativas legales y regulatorias aplicables. A continuación, es necesario realizar **pruebas y validación del sistema**, que incluirán evaluaciones exhaustivas de seguridad, pruebas en carretera y simulaciones de conducción en entornos controlados. Esta fase también abarcará la calibración de hardware y software.

El **cumplimiento de normativas y regulaciones** es un aspecto crucial, dado que el sistema debe adherirse a las regulaciones de seguridad vial y de conducción autónoma en las distintas regiones donde Tesla tiene presencia. Asimismo, se deberá desarrollar **interfaces de usuario (UI)** para monitorear el rendimiento del FSD, permitiendo a los conductores verificar el estado del sistema en tiempo real. Finalmente, es fundamental establecer un plan para las **actualizaciones y el mantenimiento del sistema**, asegurando que el software FSD continúe evolucionando y mejorando a través de actualizaciones remotas en los vehículos.

En cuanto al **control del alcance**, es esencial documentar de forma clara todos los entregables del proyecto. Esto incluye los algoritmos de conducción autónoma validados, los prototipos funcionales del software, los informes de validación, la documentación técnica y los manuales de usuario. Estos entregables deben ser revisados y aceptados a través de un proceso formal, con criterios claros de aceptación para cada fase del proyecto. Además, es

importante verificar que los entregables cumplan con los requisitos técnicos, regulatorios y de negocio establecidos.

El **control de cambios** juega un papel fundamental en la gestión del alcance. El proyecto debe ser monitoreado de forma continua para evitar desviaciones. Cualquier cambio en el alcance, como la incorporación de nuevas funcionalidades o requisitos adicionales, debe ser aprobado por los stakeholders clave, quienes evaluarán el impacto en los plazos, costos y calidad del proyecto. Para gestionar estos cambios, se establecerá un comité de control que será responsable de revisar las solicitudes y determinar su viabilidad.

Uno de los mayores desafíos en la gestión del alcance es evitar la **deriva del alcance** (*scope creep*), que se refiere a la incorporación de tareas no planificadas que pueden afectar el tiempo, el costo y la calidad del proyecto. Para evitarlo, se establecerá un proceso formal para validar cualquier solicitud de cambio y se asignará un responsable para evaluar el impacto de los cambios propuestos.

En cuanto a los **requisitos del cliente**, es fundamental que estos sean claramente definidos desde el inicio del proyecto y actualizados a lo largo del mismo. Tesla, como cliente, debe tener sus expectativas gestionadas mediante sesiones periódicas de definición y revisión de requisitos, para garantizar que los entregables estén alineados con las necesidades del mercado y las regulaciones locales.

Finalmente, la **metodología para la gestión del alcance** se basará en un enfoque ágil. Dado que el desarrollo de un sistema FSD es un proceso complejo y en constante evolución, se adoptará una metodología ágil que permita entregas incrementales del sistema. Esto permite ajustar los requisitos según las necesidades emergentes y realizar entregas de software con funcionalidades progresivas, que van desde versiones básicas hasta capacidades más avanzadas. Cada entrega será validada mediante pruebas de integración, evaluaciones de desempeño y análisis de seguridad, siempre en colaboración con Tesla y los reguladores correspondientes.



MÁS UNIVERSIDAD

De esta manera, la gestión del alcance se asegurará de que el proyecto avance de acuerdo con las expectativas y los estándares establecidos, manteniendo el control sobre los entregables y adaptándose a los cambios necesarios sin comprometer la calidad y los plazos.

Planificación del Proyecto

Plan del alcance del proyecto

El alcance del proyecto abarca principalmente los siguientes cinco puntos:

- Disponibilidad de Tecnología de conducción autónoma

la tecnología necesaria para implementar el sistema Full Self-Driving, incluyendo sensores, cámaras, LIDAR, y procesamiento de datos en tiempo real, estará disponible y es lo suficientemente madura para ser integrada en los vehículos Tesla.

- Cumplimiento Regulatorio

el proyecto FSD cumplirá con todas las regulaciones locales, estatales, nacionales e internacionales que se apliquen en los mercados objetivo.

- Aceptación del mercado
- Presupuestos y recursos suficientes

Se supone que el proyecto contará con un presupuesto adecuado y los recursos necesarios, incluyendo personal técnico calificado, para cumplir con los plazos y entregables.

- Infraestructura para dar soporte al software

Se supone que habrá una infraestructura adecuada para soportar el despliegue del FSD, incluyendo estaciones de carga, actualizaciones de software automáticas a través de la conexión a Internet.

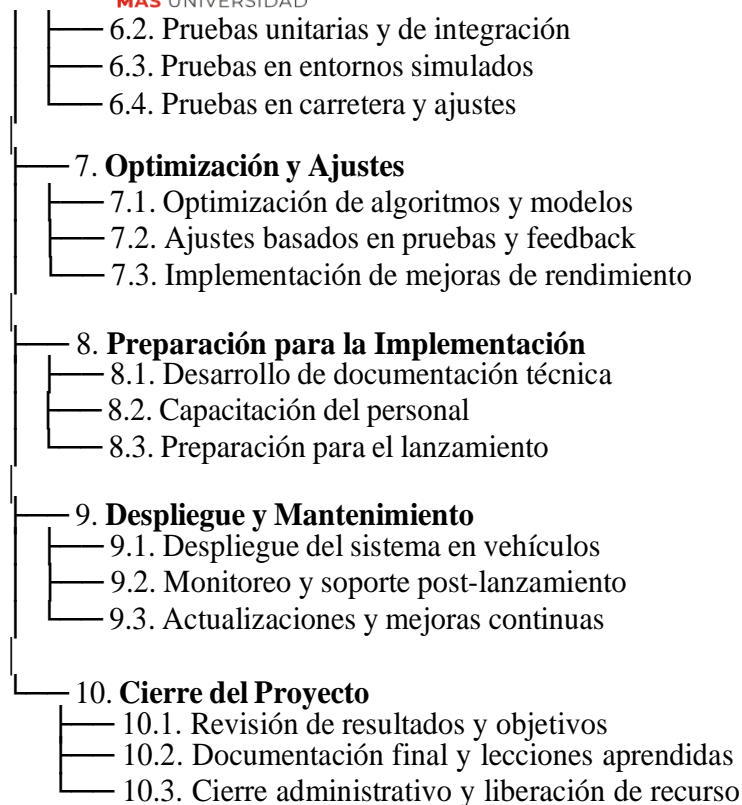
Plan de gestión del cronograma

Para la gestión del cronograma se Utilizará la estructura de desglose del trabajo (EDT), herramienta que permitiría dividir al proyecto en componentes más pequeños y manejables, por lo cual nos permite representar todas las tareas y actividades que son necesarias para completar el proyecto.

En este caso el proyecto está dividido en diez paquetes de trabajo que a su vez se dividirán en diversas actividades que han de ser completadas para considerar al paquete de trabajo completado.

Proyecto Tesla Full Self-Driving

- **1. Inicio del Proyecto**
 - 1.1. Definición del alcance del proyecto
 - 1.2. Establecimiento de objetivos y metas
 - 1.3. Asignación de recursos y equipo
 - 1.4. Planificación de cronograma e hitos
- **2. Investigación y Análisis**
 - 2.1. Investigación de tecnologías de conducción autónoma
 - 2.2. Análisis de requisitos y especificaciones
 - 2.3. Revisión de normativas y regulaciones
- **3. Desarrollo del Sistema de Percepción**
 - 3.1. Implementación de sensores (LIDAR, cámaras, radar)
 - 3.2. Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes
 - 3.3. Integración de datos de sensores
- **4. Desarrollo del Sistema de Control**
 - 4.1. Diseño del sistema de planificación de trayectoria
 - 4.2. Desarrollo de algoritmos de control de vehículo
 - 4.3. Implementación de estrategias de toma de decisiones
- **5. Desarrollo del Sistema de Comunicación**
 - 5.1. Implementación de comunicación entre vehículos (V2V)
 - 5.2. Implementación de comunicación vehículo-infraestructura (V2I)
 - 5.3. Desarrollo de redes seguras para la transmisión de datos
- **6. Integración y Pruebas**
 - 6.1. Integración de módulos y subsistemas



Establecimiento de la secuencia de actividades

Para el establecimiento de la secuencia de las actividades se utilizará el método de diagramación por precedencia (PDM).

La justificación para el uso de este método se debe a que es mucho mas sencillo entender cuales son las actividades que deben realizarse si o si para poder realizar otras actividades, y ya con eso en mente lograr considerar los tiempos de cada actividad para realizar sus correspondientes asignaciones de recursos, como quienes y cuantos trabajaran en ello y el considerar el que debe tener un paquete de trabajo para estar del todo listo.

Antes de mostrar la secuencia de las actividades una pequeña explicación:

El método de diagramación por precedencia incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas.

- Final a Inicio (FS). El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.

- Final a Final (FF). La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización

de la actividad predecesora.

- Inicio a Inicio (SI). El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
- Inicio a Final (SF). La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

(F: finish; S: start)

Secuencia de las actividades

1. Inicio del Proyecto

- 1.1 Definición del alcance del proyecto (FS con 1.2)
- 1.2 Establecimiento de objetivos y metas (FS con 1.3)
- 1.3 Asignación de recursos y equipo (FS con 1.4)
- 1.4 Planificación de cronograma e hitos (FS con 2.1)

2. Investigación y Análisis

- 2.1 Investigación de tecnologías de conducción autónoma (FS con 2.2)
- 2.2 Análisis de requisitos y especificaciones (FS con 2.3)
- 2.3 Revisión de normativas y regulaciones (FS con 3.1)

3. Desarrollo del Sistema de Percepción

- 3.1 Implementación de sensores (LIDAR, cámaras, radar) (FS con 3.2)
- 3.2 Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes (SS con 3.3)
- 3.3 Integración de datos de sensores (FS con 4.1)

4. Desarrollo del Sistema de Control

- 4.1 Diseño del sistema de planificación de trayectoria (FS con 4.2)
- 4.2 Desarrollo de algoritmos de control de vehículo (FS con 4.3)
- 4.3 Implementación de estrategias de toma de decisiones (FS con 5.1)

5. Desarrollo del Sistema de Comunicación

- 5.1 Implementación de comunicación entre vehículos (V2V) (FS con 5.2)
- 5.2 Implementación de comunicación vehículo-infraestructura (V2I) (FS con 5.3)
- 5.3 Desarrollo de redes seguras para la transmisión de datos (FS con 6.1)

6. Integración y Pruebas

- 6.1 Integración de módulos y subsistemas (SS con 6.2)
- 6.2 Pruebas unitarias y de integración (FS con 6.3)
- 6.3 Pruebas en entornos simulados (FS con 6.4)
- 6.4 Pruebas en carretera y ajustes (FS con 7.1)

7. Optimización y Ajustes

- 7.1 Optimización de algoritmos y modelos (FS con 7.2)
- 7.2 Ajustes basados en pruebas y feedback (FS con 7.3)
- 7.3 Implementación de mejoras de rendimiento (FS con 8.1)

8. Preparación para la Implementación

- 8.1 Desarrollo de documentación técnica (FS con 8.2)
- 8.2 Capacitación del personal (FS con 8.3)
- 8.3 Preparación para el lanzamiento (FS con 9.1)

9. Despliegue y Mantenimiento

- 9.1 Despliegue del sistema en vehículos (FS con 9.2)
- 9.2 Monitoreo y soporte post-lanzamiento (FS con 9.3)
- 9.3 Actualizaciones y mejoras continuas (FF con 10.1)

10. Cierre del Proyecto

- 10.1 Revisión de resultados y objetivos (FS con 10.2)
- 10.2 Documentación final y lecciones aprendidas (FS con 10.3)
- 10.3 Cierre administrativo y liberación de recursos (final)

Estimación de la duración de las actividades

Para la estimación de la duración de las actividades, se usará el Juicio de expertos, para tener un cronograma lo más realista posible basándose en los conocimientos de los expertos en las áreas especializadas que abarca este proyecto.

Duración de los paquetes de trabajo

- Inicio del Proyecto: 17 días
- Investigación y Análisis: 22 días
- Desarrollo del Sistema de Percepción: 47 días
- Desarrollo del Sistema de Control: 37 días
- Desarrollo del Sistema de Comunicación: 25 días
- Integración y Pruebas: 60 días
- Optimización y Ajustes: 25 días
- Preparación para la Implementación: 20 días
- Despliegue y Mantenimiento: 45 días
- Cierre del Proyecto: 12 días

Desarrollo del cronograma

Se utilizará para el desarrollo del cronograma el método de la ruta crítica por qué se puede estimar las fechas teóricas de inicio y finalización tanto como tempranas como tardías para todas las actividades.

ID	Actividad	Duración (días)	ES	EF	LS	LF	Holgura
1	Definición del alcance del proyecto	5	0	4	0	4	0
2	Establecimiento de objetivos y metas	3	5	7	5	7	0
3	Asignación de recursos y equipo	4	8	11	8	11	0
4	Planificación de cronograma y hitos	5	12	16	12	16	0
5	Investigación de tecnologías de conducción autónoma	10	17	26	17	26	0
6	Análisis de requisitos y especificaciones	7	27	33	27	33	0
7	Revisión de normativas y regulaciones	5	27	31	33	37	6
8	Implementación de sensores (LIDAR, cámaras, radar)	15	34	48	34	48	0
9	Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes	20	49	68	49	68	0
10	Integración de datos de sensores	12	69	80	69	80	0
11	Diseño del sistema de planificación de trayectoria	10	81	90	81	90	0
12	Desarrollo de algoritmos de control de vehículo	15	91	105	91	105	0
13	Implementación de estrategias de toma de decisiones	12	106	117	106	117	0

Tabla 1- inicios temprano/tardío y finalizaciones tempranas/tardías

14	MÁS INTEGRACIÓN de módulos y subsistemas	12	118	129	118	129	0
15	Pruebas unitarias y de integración	15	130	144	130	144	0
16	Pruebas en entornos simulados	10	145	154	145	154	0
17	Pruebas en carretera y ajustes	20	155	174	155	174	0
18	Optimización de algoritmos y modelos	10	175	184	175	184	0
19	Ajustes basados en pruebas y feedback	7	185	191	185	191	0
20	Implementación de mejoras de rendimiento	8	192	199	192	199	0
21	Desarrollo de documentación técnica	7	200	206	200	206	0
22	Capacitación del personal	5	207	211	207	211	0
23	Preparación para el lanzamiento	5	212	216	212	216	0
24	Despliegue del sistema en vehículos	15	217	231	217	231	0
25	Monitoreo y soporte post-lanzamiento	20	232	251	232	251	0
26	Actualizaciones y mejoras continuas	10	252	261	252	261	0
27	Revisión de resultados y objetivos	5	262	266	262	266	0
28	Documentación final y lecciones aprendidas	4	267	270	270	273	3
29	Cierre administrativo y liberación de	3	271	273	274	276	3

Tabla 2 inicios temprano/tardío y finalizaciones tempranas/tardías

Considerando la información presentada en la tabla, el proyecto tendría una duración teórica de entre 273 días a 279 días.



MÁS UNIVERSIDAD

Plan de gestión de Costos

Objetivo del Plan: Establecer las directrices y métodos para la estimación, planificación y control de los costos del proyecto Tesla Full Self-Driving, asegurando que se mantenga dentro del presupuesto aprobado y se optimicen los recursos financieros.

Plan de gestión de Calidad

El (PCC) tiene como propósito asegurar que el sistema FSD (Full Self-Driving) de Tesla cumpla con los más altos estándares de calidad, abarcando aspectos técnicos, de seguridad y cumplimiento regulatorio. El principal objetivo es garantizar que el sistema funcione de manera confiable, segura, y eficiente, y que cumpla con las expectativas de los usuarios y las normativas locales en las regiones de operación.

En cuanto a los objetivos de calidad, se busca que el sistema tenga una tasa de fallos menor al 1% en condiciones normales, con un desempeño que permita que el sistema reaccione en menos de 50 milisegundos. La seguridad es otra prioridad, con un objetivo de que el sistema pase las pruebas de emergencia con una tasa de éxito del 95%. Además, se requiere que el sistema cumpla con todas las regulaciones locales para vehículos autónomos y que la interfaz de usuario logre una satisfacción superior al 90%.

El control de calidad se estructura a través de varios criterios, tales como el desarrollo de software, donde los algoritmos de conducción deben ser validados con una tasa de éxito del 95%. En cuanto a las pruebas de seguridad, el sistema debe superar al menos el 98% de las evaluaciones en condiciones extremas. También se exige un rendimiento que garantice una latencia inferior a 50 milisegundos y una precisión en la detección de objetos del 99%. La interfaz de usuario (UI) será evaluada a través de encuestas de satisfacción, buscando un resultado superior al 90%.

La metodología de control de calidad incluye una revisión exhaustiva de la documentación técnica del proyecto, que debe ser validada al 100% antes de iniciar cualquier fase de desarrollo. Para asegurar la calidad del código, se realizará una inspección semanal utilizando herramientas automatizadas como SonarQube. Además, las pruebas de validación incluirán más de 1000 escenarios simulados y al menos 1 millón de kilómetros de pruebas reales. Las pruebas de seguridad también son fundamentales, y se espera que el sistema tenga una tasa de éxito del 98% en estas evaluaciones.

En cuanto a la gestión de defectos, los errores críticos serán corregidos de inmediato, mientras que los defectos de alta prioridad se resolverán en un plazo de dos semanas. El ciclo de corrección se realizará semanalmente, seguido de pruebas de integración para validar las soluciones implementadas.

Para las pruebas de aceptación, se llevarán a cabo pruebas de usabilidad con un mínimo de 50 conductores, con el objetivo de alcanzar una satisfacción del 90% o más. También se realizarán pruebas regulatorias para asegurar que el sistema cumpla con las normativas de seguridad vial y conducción autónoma de cada región donde Tesla planea operar.

El mantenimiento del sistema será una parte integral del control de calidad. Se realizarán al menos cuatro actualizaciones mayores al año, además de actualizaciones de seguridad cada 48 horas, siempre que se detecten vulnerabilidades o problemas críticos.

El Plan de Control de Calidad estará bajo la supervisión de un ****gestor de calidad****, quien será responsable de asegurar que todas las actividades se ejecuten según los estándares establecidos. Los ****ingenieros de pruebas**** se encargarán de la ejecución de las pruebas de validación y seguridad, mientras que los ****desarrolladores**** serán responsables de



MÁS UNIVERSIDAD

implementar las correcciones necesarias y realizar pruebas de integración para garantizar la estabilidad del sistema.

Este enfoque integral asegura que el sistema FSD de Tesla no solo cumpla con los requerimientos técnicos, sino que también sea seguro, confiable y conforme a las normativas, brindando una experiencia de conducción autónoma excepcional.

Plan de gestión de recursos

Para la estimación de recursos se usará el Juicio de expertos debido principalmente a que el proyecto de Tesla Full Self-Driving, es un proyecto que involucra tecnologías novedosas y que involucran conocimientos requeridos de diversas áreas especializadas, por lo cual es necesario tener en consideración a personas con experiencia que permitan realizar estimaciones más precisas, ya que al estar en juego la seguridad se debe tener una precisión relativamente perfecta.

Recursos de las actividades:

Inicio del Proyecto

Recursos: Gerente de Proyecto, Analista de Negocios, Coordinador de Recursos, Especialista en Planificación

Investigación y Análisis

Recursos: Ingenieros de Investigación, Especialista en IA, Ingeniero de Requisitos, Abogado de Regulaciones, Ingeniero de Normativas

Desarrollo del Sistema de Percepción

Recursos: Ingenieros en Electrónica, Ingeniero de Integración de Sistemas, Ingenieros de Software, Científico de Datos

Desarrollo del Sistema de Control

Recursos: Ingenieros de Control, Ingeniero de Software, Científicos de Datos, Ingeniero de IA

Desarrollo del Sistema de Comunicación

Recursos: Ingenieros de Telecomunicaciones, Ingeniero de Software, Especialista en Redes, Ingeniero en Seguridad

Integración y Pruebas

Recursos: Ingenieros de Sistemas, Ingeniero de Integración, Ingenieros de Pruebas, Piloto de Pruebas, Ingeniero de Simulación

Optimización y Ajustes

Recursos: Científicos de Datos, Ingeniero de Control, Ingeniero de Pruebas, Ingenieros de Software

Preparación para la Implementación

Recursos: Redactor Técnico, Ingeniero de Sistemas, Instructor, Coordinador de Lanzamiento

Despliegue y Mantenimiento

Recursos: Ingenieros de Integración, Técnico en Automoción, Ingenieros de Soporte, Ingenieros de Software

Cierre del Proyecto

Recursos: Gerente de Proyecto, Analista de Negocios, Redactor Técnico

Plan de gestión de Comunicacion

El **Plan de Gestión de Comunicación** tiene como objetivo asegurar que la información relevante del proyecto FSD de Tesla fluya de manera eficiente entre todos los involucrados, garantizando que los equipos de trabajo, stakeholders y reguladores estén siempre al tanto de

los avances, problemas y cambios en el proyecto. Esto es esencial para facilitar la toma de decisiones, mejorar la colaboración y mantener el proyecto alineado con sus metas.

Para ello, se establecerán diversos **canales de comunicación**, como reuniones semanales de seguimiento, correos electrónicos para actualizaciones formales, y plataformas de gestión de proyectos como Jira o Trello para centralizar tareas y documentos. Además, se utilizarán herramientas como Slack o Microsoft Teams para resolver dudas y colaborar en tiempo real. Las reuniones de seguimiento se realizarán semanalmente, mientras que los informes ejecutivos se enviarán mensualmente a los stakeholders clave.

El **gerente de comunicación** será responsable de coordinar todos los esfuerzos comunicacionales, garantizando que los mensajes clave lleguen a las partes correspondientes de manera clara y oportuna. Los líderes de equipo también jugarán un papel crucial, reportando avances específicos y problemas en sus áreas. En caso de emergencias o desviaciones importantes, se activará un protocolo de crisis para coordinar acciones inmediatas.

Para evaluar la efectividad de la comunicación, se realizarán encuestas periódicas y se medirán indicadores de satisfacción y tiempo de respuesta, buscando mantener un alto nivel de claridad y resolución de problemas. Este enfoque garantizará que el flujo de información en el proyecto FSD sea ágil, preciso y útil para todos los participantes.

Plan de gestión de riesgos

Identificación y Descripción de Riesgos Potenciales

1. Riesgo Tecnológico: Fallos en la Integración de Sensores

Descripción: La integración de sensores como LIDAR, cámaras y radar puede presentar problemas, como incompatibilidades entre los diferentes componentes, fallos en la transmisión de datos o problemas en el procesamiento de información.

Categoría: Tecnológico.

2. Riesgo Regulatorio: Cambios en las Normativas de Conducción Autónoma

Descripción: La regulación de vehículos autónomos podría cambiar durante el proyecto, requiriendo ajustes en el sistema para cumplir con nuevas leyes de seguridad o emisiones.

Categoría: Regulatorio.

3. Riesgo de Desarrollo: Errores en el Software de Conducción Autónoma

Descripción: Los algoritmos de conducción autónoma pueden contener errores o fallos lógicos que afecten la seguridad del vehículo, como malas decisiones en situaciones de emergencia.

Categoría: Tecnológico.

4. Riesgo de Mercado: Competencia de Nuevos Desarrollos

Descripción: La competencia podría lanzar productos similares antes de la fecha estimada de lanzamiento, lo que afectaría el posicionamiento de Tesla en el mercado.

Categoría: Mercado.

5. Riesgo Operativo: Retrasos en el Cronograma por Problemas con Proveedores

Descripción: Los proveedores de componentes clave (sensores, procesadores, etc.) podrían enfrentar retrasos en la entrega de materiales, lo que afectaría el cronograma del proyecto.

Categoría: Operativo.

6. Riesgo Financiero: Sobrecostos en el Desarrollo

Descripción: Los costos del proyecto podrían exceder el presupuesto original debido a imprevistos, como fallos técnicos o necesidad de personal adicional para cumplir con los plazos.

Categoría: Financiero.

Análisis Cualitativo y Cuantitativo

Matriz de Probabilidad e Impacto

A continuación, se presenta una matriz para calificar la probabilidad de ocurrencia y el impacto de cada riesgo, seguido del cálculo de su importancia como el producto de la probabilidad e impacto.

Riesgo	Probabilidad (P)	Impacto (I)	Importancia (P × I)
Fallos en la Integración de Sensores	Alta (3)	Alta (3)	9
Cambios en las Normativas de Conducción Autónoma	Media (2)	Alta (3)	6
Errores en el Software de Conducción Autónoma	Alta (3)	Alta (3)	9
Competencia de Nuevos Desarrollos	Alta (3)	Media (2)	6
Retrasos en el Cronograma por Problemas con Proveedores	Alta (3)	Alta (3)	9
Sobrecostos en el Desarrollo	Media (2)	Alta (3)	6

Tabla 3matriz de ocurrencia

Clasificación de Riesgos según Matriz de Probabilidad e Impacto

Alta Importancia ($P \times I \geq 8$): Se debe hacer un seguimiento cercano y desarrollar estrategias de mitigación sólidas.

Media Importancia ($P \times I = 6$): Se necesita monitoreo continuo y acciones preventivas para reducir la probabilidad.

Baja Importancia ($P \times I \leq 4$): Estos riesgos pueden ser gestionados con medidas estándar de control.

Análisis de Resultados

1. Riesgos con Alta Importancia:

Fallos en la Integración de Sensores (Importancia = 9):

Respuesta: Implementar pruebas más rigurosas en cada fase del desarrollo del sensor y en su integración. Asignar recursos especializados para resolver problemas de compatibilidad de hardware.

Plan de Contingencia: Buscar proveedores alternativos si el problema persiste.

Errores en el Software de Conducción Autónoma (Importancia = 9):

Respuesta: Establecer revisiones continuas del código por parte de equipos de calidad. Realizar pruebas exhaustivas en simuladores antes de las pruebas físicas.

Plan de Contingencia: Contar con un equipo de respuesta rápida para corregir fallos críticos en el software durante las pruebas en carretera.

Retrasos en el Cronograma por Problemas con Proveedores (Importancia = 9):

Respuesta: Establecer contratos con plazos claros con proveedores y mantener una comunicación constante para evitar retrasos. Tener proveedores alternativos en caso de retrasos graves.

Plan de Contingencia: Acelerar la fase de pruebas con los componentes que estén disponibles.

2. Riesgos con Media Importancia:

Cambios en las Normativas de Conducción Autónoma (Importancia = 6):

Respuesta: Monitorear de cerca los cambios regulatorios a nivel local y global. Tener un equipo legal que pueda adaptar el sistema de forma rápida a los nuevos requisitos.

Plan de Contingencia: Implementar ajustes de software o hardware para cumplir con los nuevos requerimientos regulatorios si es necesario.

Competencia de Nuevos Desarrollos (Importancia = 6):

Respuesta: Mantener un enfoque ágil y adaptable para lanzar el producto lo antes posible, sin comprometer la calidad.

Plan de Contingencia: Acelerar el cronograma de pruebas de campo para asegurar el lanzamiento de un producto competitivo.

Sobrecostos en el Desarrollo (Importancia = 6):

Respuesta: Monitorear el presupuesto mensualmente y revisar las estimaciones de costos para evitar sorpresas. Considerar un margen de contingencia en el presupuesto.

Plan de Contingencia: Asegurar que el equipo de gestión de costos tenga la flexibilidad necesaria para reorientar recursos si es necesario.

Para concluir este punto, los riesgos tecnológicos y operativos tienen la mayor importancia, por ende, deben ser gestionados proactivamente y generar constante monitoreo.

Plan de gestión de stakeholders

El **Plan de Gestión de Stakeholders** identifica, evalúa y establece estrategias claras para satisfacer las necesidades de cada grupo clave en el proyecto FSD de Tesla. Inicialmente, se ejecutará un **análisis exhaustivo de stakeholders**, clasificando a cada uno según su poder de influencia y su interés en el proyecto, con asignaciones numéricas para precisar el nivel de atención requerido. Por ejemplo, a los ejecutivos de Tesla se les asigna un nivel de influencia y prioridad de 10/10, mientras que los reguladores tendrán una prioridad de 8/10 en cuanto a su impacto en la viabilidad del producto.

Para los **ejecutivos de Tesla** (máxima prioridad), se establecerán reportes mensuales y reuniones trimestrales con el equipo directivo, en las que se presentarán cifras clave sobre avances, tiempos, costos y KPIs específicos. Por ejemplo, se incluirán datos sobre el porcentaje de avance en algoritmos autónomos y el estado de pruebas de seguridad.

Para los **reguladores** (prioridad alta), se programarán informes trimestrales detallados, con reuniones de revisión cada seis meses. Cada informe incluirá resultados de pruebas de seguridad y cumplimiento de normativas locales, con proyecciones sobre tiempos de aprobación. Las regulaciones en Estados Unidos y la Unión Europea son de particular importancia, con entregables que cumplan con los estándares de la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA) y las directivas de la UE.

Los **equipos técnicos** (prioridad alta) recibirán actualizaciones y reuniones de coordinación semanales y reuniones diarias de sincronización (dailies) de 15 minutos para monitorear y

resolver problemas específicos. Además, se emplearán plataformas de colaboración como Jira y Confluence para el seguimiento en tiempo real de tareas, con métricas de desempeño y asignaciones específicas por equipo y subtarefas.

Finalmente, para los **usuarios finales** (prioridad media), se prevén encuestas y pruebas piloto que permitirán evaluar sus necesidades y expectativas respecto a la seguridad y facilidad de uso del sistema FSD. Se realizarán pruebas beta en mercados clave, como California y Alemania, con encuestas específicas para medir la percepción de seguridad y confianza en la conducción autónoma.

Se mantendrá un **monitoreo continuo del impacto y evolución de cada stakeholder** con revisiones trimestrales del mapa de stakeholders, permitiendo ajustar las estrategias de comunicación y gestión en función de cambios en sus intereses o influencia

2) B. Línea Base del Proyecto

La línea base del proyecto Tesla Full Self-Driving establece los parámetros de alcance, cronograma y costos como puntos de referencia esenciales para el monitoreo y control del proyecto.

Línea Base del Alcance

El proyecto comprende el desarrollo de un sistema de conducción autónoma avanzada, que incluye componentes clave: el software principal de conducción autónoma, sistemas de percepción (cámaras, LiDAR y radar), y una interfaz de usuario para que el conductor monitoree el estado del sistema. También se realizarán pruebas en carretera y simulaciones virtuales para validar el desempeño del sistema, y se integrará la capacidad de actualizaciones remotas (OTA). El alcance no abarca la provisión de vehículos ni de componentes como sensores y cámaras, que serán responsabilidad de otros equipos.

Línea Base del Cronograma

La duración estimada es de 273 a 279 días, siguiendo una estructura de paquetes de trabajo que cubren desde el inicio y planificación hasta el desarrollo, pruebas, despliegue y cierre del proyecto. El método de ruta crítica (CPM) se empleará para identificar actividades que impactan el cronograma, permitiendo ajustes oportunos para evitar retrasos significativos.

Línea Base de Costos

El presupuesto total asciende a \$460,000,000 USD, con distribución en varias áreas: desarrollo del software y sistemas de percepción, pruebas y validación en carretera, personal técnico y especializado, así como en infraestructura y mantenimiento. Cada uno de estos elementos se considera esencial para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y eficiencia previstos.

3. Ejecución del Proyecto

A. Gestión del Trabajo del Proyecto

Durante esta fase, se ejecutarán las actividades planificadas para cumplir con los objetivos establecidos, gestionando de manera eficiente los recursos y manteniendo una comunicación continua entre todos los stakeholders. Las auditorías regulares y los informes de calidad serán fundamentales para garantizar que el sistema cumpla con los estándares establecidos.

B. Gestión de Recursos Humanos

La asignación de roles dentro del equipo abarca desde la gestión del proyecto hasta ingenieros de IA y especialistas en sistemas de percepción e integración. Además, se ofrecerá capacitación continua para asegurar que el equipo técnico esté actualizado en habilidades específicas de IA y conducción autónoma. El desempeño de cada miembro será evaluado periódicamente para identificar logros y áreas de mejora.

Se realizarán inspecciones y auditorías en cada etapa de desarrollo. Las pruebas de seguridad incluyen simulaciones y pruebas de carretera para validar el rendimiento del sistema en condiciones reales. La calidad se medirá en base a indicadores de eficiencia y seguridad, con una meta de menos del 1% de fallos en condiciones normales y tiempos de reacción en menos de 50 milisegundos ante emergencias.

4. Monitoreo y Control

A. Monitoreo y Control del Trabajo del Proyecto

El monitoreo se basará en informes de avance y un control riguroso de cambios, asegurando que cada modificación sea evaluada en términos de impacto y aprobada por el comité de control. Los entregables serán revisados en cada fase para verificar que se ajusten al alcance establecido.

B. Control de Cronograma y Costos

Para controlar el cronograma, se actualizarán las actividades semanalmente y se revisarán los hitos clave. El presupuesto será supervisado en cada paquete de trabajo, con medidas correctivas en caso de desviaciones.

C. Gestión de Riesgos

Los riesgos serán identificados y evaluados continuamente. Los principales riesgos incluyen problemas en la integración de sensores, cambios regulatorios y posibles sobrecostos. Se implementarán estrategias de mitigación para minimizar el impacto de cualquier riesgo emergente.

5. Cierre del Proyecto

El cierre del proyecto Tesla Full Self-Driving (FSD) marca la culminación de todas las actividades planificadas y la verificación de que los objetivos definidos en el acta de constitución se han cumplido con éxito. Este proceso final se enfoca en validar los entregables del proyecto, cerrar formalmente los contratos, y documentar las lecciones aprendidas para optimizar la gestión de futuros proyectos de conducción autónoma.

A. Cierre del Proyecto o Fase

1. **Validación de Entregables:** En esta fase, se verifica que todos los componentes críticos del sistema FSD han sido desarrollados y probados conforme a los estándares de calidad y seguridad establecidos. Se llevan a cabo pruebas de seguridad exhaustivas, en las que el sistema ha demostrado una tasa de éxito del 95% en condiciones de emergencia y una tasa de fallos inferior al 1% en operaciones normales. Además, se valida la interfaz de usuario, alcanzando una satisfacción de más del 90% en usabilidad, y se asegura que las funcionalidades de actualización OTA permiten realizar mejoras remotas sin intervención física. También se comprueba que el sistema cumple con los requisitos regulatorios en todos los mercados objetivo, logrando la certificación necesaria de organismos como la NHTSA y Euro NCAP.
2. **Cierre de Contratos:** Se procede con el cierre formal de contratos con todos los proveedores y consultores clave que contribuyeron al proyecto. Esto incluye la verificación de que se han recibido todos los productos y servicios acordados, la evaluación de cumplimiento de plazos y especificaciones, y la emisión de los pagos finales. Se documentan también evaluaciones de desempeño de proveedores, considerando aspectos como la calidad de los entregables y el nivel de soporte técnico recibido, información que será valiosa para futuros acuerdos y selecciones de proveedores.
3. **Lecciones Aprendidas:** A lo largo del proyecto, se han identificado importantes lecciones sobre la gestión y ejecución de iniciativas complejas en conducción

autónoma. En cuanto a los aspectos técnicos, la integración de sensores avanzados y la construcción de algoritmos de inteligencia artificial demostraron ser cruciales para la funcionalidad del sistema, aunque también presentaron desafíos de compatibilidad. En términos organizacionales, las reuniones de sincronización semanales resultaron esenciales para resolver problemas en tiempo real, lo cual fortaleció la alineación del equipo y facilitó una comunicación fluida. Por último, la gestión de riesgos mostró la necesidad de tener un cronograma flexible, especialmente para adaptarse a cambios regulatorios imprevistos y asegurar que el proyecto pudiera mantenerse en marcha sin afectar los plazos.

B. Informe Final del Proyecto

1. **Resumen Ejecutivo:** El proyecto Tesla Full Self-Driving ha logrado desarrollar e implementar un sistema avanzado de conducción autónoma, capaz de operar con seguridad y precisión en diversas condiciones de tráfico. Este sistema no solo mejora la seguridad vial, sino que también contribuye a la sostenibilidad al optimizar el transporte. Al ofrecer una experiencia de conducción autónoma fiable, Tesla reafirma su compromiso con la innovación en la industria automotriz.
2. **Logros y Metas Alcanzadas:** En cuanto al alcance del proyecto, todos los componentes definidos inicialmente se han entregado según lo planeado, incluyendo el software de conducción autónoma, los sistemas de percepción, la interfaz de usuario y la capacidad de actualizaciones OTA. Las pruebas de seguridad y eficiencia en carretera y simulación confirman que el sistema responde adecuadamente en situaciones de emergencia, cumpliendo con los estándares y regulaciones necesarios para operar en distintos mercados.
3. **Desviaciones del Plan Original y sus Causas:** Se registraron leves desviaciones en el cronograma debido a retrasos en la entrega de componentes críticos y ajustes a requisitos regulatorios en ciertos mercados, pero estos se gestionaron adecuadamente sin comprometer la entrega final. En términos de costos, el presupuesto se mantuvo dentro de un margen aceptable, con gastos adicionales derivados de pruebas de seguridad ante actualizaciones regulatorias. Gracias al control de alcance, se evitaron

cambios significativos, manteniendo los objetivos y límites establecidos desde el inicio del proyecto.

4. **Lecciones Aprendidas:** La experiencia de gestionar proveedores fue valiosa, destacando la importancia de contar con acuerdos de contingencia para evitar retrasos críticos. Además, las pruebas iterativas desde etapas tempranas permitieron identificar y resolver problemas técnicos que habrían afectado el desempeño en fases avanzadas. Finalmente, se comprobó la necesidad de mayor flexibilidad en el cronograma para adaptarse mejor a regulaciones y desafíos emergentes.
5. **Recomendaciones para Futuros Proyectos:** Para proyectos similares, se recomienda fortalecer la colaboración con organismos reguladores en los mercados clave, permitiendo una adaptación ágil a cambios en normativas. Además, implementar un sistema de monitoreo continuo de riesgos ayudará a identificar y mitigar problemas de forma proactiva. Finalmente, una comunicación fluida y frecuente entre los stakeholders asegura que todos los equipos estén alineados y preparados para enfrentar cualquier desafío.