

UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ



FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA



Informe Inicial “Modelo escala LEGO - Vehículo Minero”

Alumnos : Francisca Albornoz
Brayan Cahuachia
Abraham Canaviri
Ruth Huanca
Cristofer Lazaro
Asignatura: Proyecto I

Profesor: Baris Klobertanz

01/10/2025

Historial de Cambios

Fecha	Versión	Descripción	Autores
26/09/2025	1.0	Formulación del Proyecto	Todo el equipo
01/10/2025	1.1	Recopilación de Información	Todo el equipo
01/10/2025	1.2	Planteamiento de Objetivos	Todo el equipo
06/10/2025	1.3	Distribución de Roles y planteamiento de Actividades	Todo el equipo
13/10/2025	1.4	Tabla costos de trabajador	Todo el equipo
17/10/2025	1.5	Versión preliminar del informe	Todo el equipo
24/11/2025	1.6	Modificación de las actividades del proyecto	Todo el equipo
26/11/2025	1.7	Creación de índice de tablas y figuras	Todo el equipo
28/11/2025	1.8	Corrección general del informe	Todo el equipo

Tabla de Contenidos

1. Panorama General	6
1.1. Especificación del Problema	6
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo General	6
1.2.2. Objetivos Específicos	6
1.3. Restricciones	7
1.4. Entregables	7
2. Organización del Personal	8
2.1. Descripción de los Roles:	8
2.2. Personal que cumplirá los Roles	8
2.3. Mecanismos de Comunicación	9
3. Planificación del Proyecto	9
3.1. Actividades	9
3.2. Carta Gantt	10
3.3. Gestión de Riesgos	12
4. Planificación de los Recursos	13
4.1. Hardware	14
4.2. Software	14
4.3. Estimación de Costos	15
5. Conclusión	17
6. Referencias	18

Índice de Tablas

Tabla 1: Roles y responsables del proyecto	8
Tabla 2: Actividades del proyecto	9
Tabla 3: Riesgos y acciones remediales del proyecto	13
Tabla 4: Costos de hardware	15
Tabla 5: Costos de software	15
Tabla 6: Costo de trabajador	16
Tabla 7: Total costos	16

Índice de Figuras

Figura 1: Carta Gantt del proyecto

11

1. Panorama General

En la minería existen múltiples procesos en la extracción subterránea de minerales, el proyecto se basará en desarrollar un modelo que replique el proceso de traslado, este será capaz de movilizarse con el material de carga que simulará los minerales extraídos, transportandolos de forma eficaz, asegurando la integridad del personal de trabajo y del material de carga de forma simulada.

1.1. Especificación del Problema

El transporte minero es una de las tareas más peligrosas de la industria. El problema es que, al depender de conductores humanos, se les expone a riesgos constantes como derrumbes y accidentes por el cansancio. Esto afecta directamente la seguridad de los trabajadores y a la continuidad de las operaciones por un incidente.

Por esta razón, el desafío es encontrar la manera de salvaguardar a las personas de la zona de peligro sin detener la producción. Este proyecto busca simular un camión minero que no necesite un conductor a bordo. Validar el funcionamiento autónomo a escala conlleva un impacto enorme, ya que permitiría la continuidad de operaciones eliminando casi por completo la posibilidad de accidentes durante el traslado de carga.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un modelo a escala de un vehículo minero utilizando el set LEGO SPIKE Prime, para simular el transporte de carga, evaluando su movilidad y control, con el fin de proponer una solución tecnológica que garantice la seguridad de los trabajadores frente a los desafíos del entorno subterráneo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Experimentar con el set Lego Spike Prime.
- Explorar las librerías de Python en base a Lego Spike Prime.
- Armar y ensamblar un modelo eficiente al momento de moverse y que pueda mantener una carga estable durante el trayecto.
- Hacer una interfaz gráfica con Tkinter apta para que el usuario pueda usarla.

1.3. Restricciones

- Debe programarse con algún lenguaje de programación compatible con Lego Spike Prime.
- Se debe usar el set Lego Spike Prime.
- Plazo de entrega para el informe y el modelo.
- El robot debe ser capaz de moverse y llevar rápida y eficientemente la carga.
- Debe controlarse a distancia, es decir inalámbrica.
- Cantidad de integrantes limitada a un máximo de 5.
- Tiempo en el cual se puede utilizar el robot.
- Se debe usar Redmine para subir los documentos y la carta Gantt.
- Disponibilidad de las impresoras 3D en caso de necesitar una pieza.

1.4. Entregables

- Informe: el informe contendrá información detallada de los objetivos planteados, el contexto y alcance del trabajo, el desarrollo con las actividades y las dificultades encontradas, las acciones tomadas, las conclusiones y recomendaciones para la mejora, así como las referencias bibliográficas y anexos necesarios que respalden la documentación del proceso.
- Carta Gantt: es una representación visual de la planificación y seguimiento de un proyecto, en la que se muestran las actividades realizadas y programadas, también la fecha y la duración de las mismas, facilitando la gestión del tiempo y los recursos.
- Bitácoras: son informes semanales en los cuales se detallan los avances del modelo en el cual trabajamos, abarcando los problemas y posibles soluciones que encontramos durante un lapso de tiempo determinado, además de mostrar el tiempo que se dedicara a cada actividad definida anteriormente.
- Manual de usuario: guía escrita en formato digital donde se detallarán las instrucciones para el uso del robot a través de su interfaz gráfica y cómo usarlo de manera eficiente.
- Presentación: se detallan las distribuciones del equipo y se ofrece una vista general del robot al igual se detallarán los objetivos, retos superados y sus soluciones.

2. Organización del Personal

La organización del personal en este proyecto se realizó considerando las habilidades, fortalezas y áreas de conocimiento de cada integrante del equipo. A cada miembro se le asignaron áreas de trabajo específicas en función de lo que podía aportar de manera más efectiva basándonos en los requerimientos del proyecto, con el objetivo de optimizar el rendimiento colectivo y cumplir con los objetivos establecidos como grupo.

2.1. Descripción de los Roles:

Jefe del Proyecto: es responsable de representar al grupo, coordinar las actividades del equipo y asegurarse de que cada miembro cumpla su rol. También supervisa el progreso del proyecto y facilita la comunicación entre los integrantes.

Documentador: se encarga de documentar los avances del grupo y redactarlo en los informes, además de los avances semanales redactados en las bitácoras.

Ensamblador: es el encargado de diseñar y dar la forma que tomará el robot para que cumpla con su propósito de forma eficiente.

Programador: se encargará de desarrollar el código para el modelo LEGO y en conjunto con el ensamblador ver que los requerimientos del robot sean cumplidos.

2.2. Personal que cumplirá los Roles

Tabla 1: Roles y responsables del proyecto

Rol	Responsable
Jefe del Proyecto	Cristofer Lazaro
Documentador	Ruth Huanca
Ensamblador	Cristofer Lazaro
Programador	Brayan Cahuachia

2.3. Mecanismos de Comunicación

El principal medio de comunicación del equipo, por el momento, es la aplicación de mensajería WhatsApp, a través del cual se compartirá información relevante, ideas de diseño y líneas de código que contribuyan al desarrollo del proyecto. Asimismo, se utilizará este canal para notificar cualquier dificultad con los plazos de entrega o la imposibilidad de asistir a clases de algún integrante.

3. Planificación del Proyecto

Definición de las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto.

3.1. Actividades

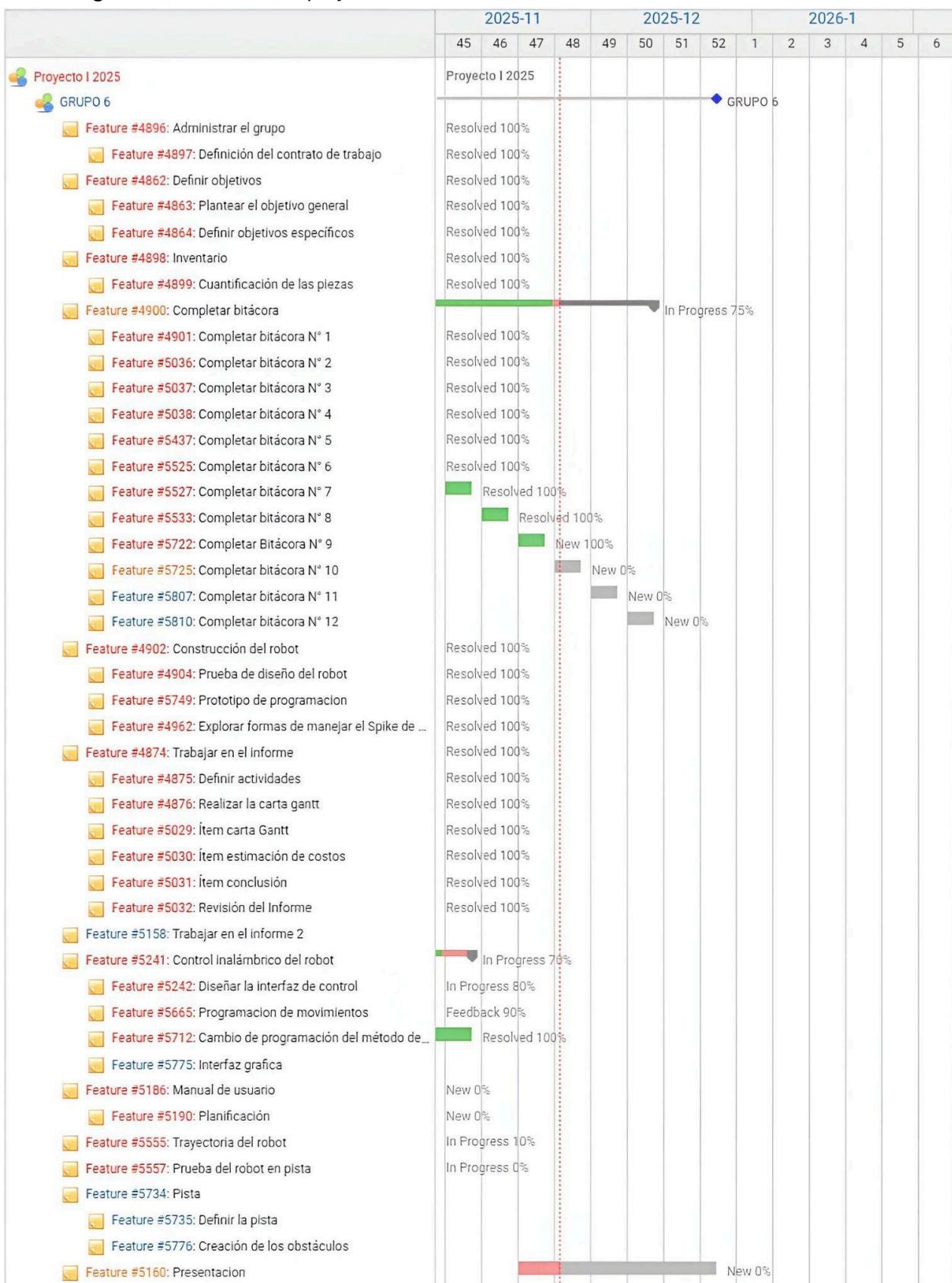
Tabla 2: Actividades del proyecto

Actividad	Responsables	Resultado
Investigar cómo funciona el programa LEGO spike.	Todo el grupo.	Mejor claridad del programa con el que se va a trabajar.
Organización de los roles en el proyecto.	Todo el grupo.	Se distribuyen los roles.
Experimentar con el Programa de LEGO Spike Prime.	Todo el grupo.	Una mejor comprensión de lo que ofrece el programa de LEGO spike prime.
Establecer una forma de manipular el modelo LEGO a distancia.	Todo el grupo.	Investigar la forma en la cual el Spike se controlará de manera remota.
Prototipo del robot a escala.	Cristofer Lazaro Brayan Cahuachia	Prototipo de Modelo del robot a escala.
Avance del primer Informe.	Abraham Canaviri Ruth Huanca Francisca Albornoz	Avance del primer Informe.
Programación de movimientos bases (Avanzar, girar y retroceder).	Brayan Cahuachia Abraham Canaviri Ruth Huanca Cristofer Lazaro	Programación de movimientos bases (Avanzar, girar y retroceder).

Primer modelo del robot.	Cristofer Lazaro Brayan Cahuachia	Primer modelo del robot definitivo.
Implementación del mando del ps4.	Brayan Cahuachia	El mando es compatible con la PC y LEGO spike.
Cambio del método de programación de bloques a Python.	Abraham Canaviri	Se implementa un lenguaje de programación rápido y práctico para usarla con el robot.
Programación de la interfaz gráfica del control.	Abraham Canaviri Brayan Cahuachia Ruth Huanca	La interfaz es sencilla, práctica de comprender y usar.
Definir los elementos de la pista, sus obstáculos y su recorrido.	Todo el grupo.	Quedan planteados los obstáculos que se usarán, al igual que la distribución de la pista.
Impresión de los obstáculos 3D.	Cristofer Lazaro	Los obstáculos se imprimen sin problemas.
Primera práctica en la pista.	Abraham Canaviri Ruth Huanca Cristofer Lazaro	El auto no presenta fallas al momento de girar o frenar durante su recorrido en la pista.
Presentación.	Todo el grupo.	Primera presentación.

3.2. Carta Gantt

La carta Gantt en un proyecto es un diagrama de barras utilizado para planificar y realizar un seguimiento de las actividades definidas, esto permite la coordinación del equipo.

Figura 1: Carta Gantt del proyecto

3.3. Gestión de Riesgos

Cada riesgo conlleva un nivel de impacto al proyecto, en caso de que ocurran pueden provocar un efecto negativo al desempeño del proyecto. Los niveles de impacto se definen en función de tipos de daños, estos son:

1. Daño catastrófico: se deben resolver en el momento para evitar que el proyecto pueda colapsar o se detenga.
2. Daño crítico: se debe actuar rápidamente para evitar que el proyecto se pueda detener.
3. Daño circunstancial: se deben tomar medidas inmediatas para evitar que el proyecto pueda sufrir retrasos en sus distintas etapas.
4. Daño irrelevante: se pueden tomar medidas a largo plazo, ya que este no afecta de manera significativa al proyecto en sus distintas etapas.

Tabla 3: Riesgos y acciones remediales del proyecto

Riesgo	Nivel de Impacto	Acción remedial
Salida inesperada de un integrante del equipo.	1	Redistribuir las tareas críticas.
No poder acceder al set de LEGO Spike Prime.	2	Pedirlo a los ayudantes.
Falta de tiempo en alguna actividad importante.	2	Buscar otros horarios, para avanzar la actividad.
Falta de un elemento necesario para la construcción o diseño del modelo.	3	Pedir más piezas o el complemento del set lego.
Falta de algún integrante en una sesión.	3	Se pone en contacto con el resto de miembros para saber cuáles son las actividades avanzadas y en cuáles trabajar.
Falla del modelo al momento de ejecutar un movimiento.	4	Revisar si el problema proviene del control a distancia o del código.
Necesidad de alguna pieza extra.	4	Pedir imprimirla en la impresora 3D.

4. Planificación de los Recursos

La planificación de recursos es la identificación y gestión de los recursos que el proyecto, durante su ejecución, demanda para cumplir los objetivos definidos de manera eficiente. En este caso, se han dividido estos recursos en hardware y software, ambos, necesarios para cada rol del equipo.

4.1. Hardware

El hardware se refiere a los componentes físicos utilizados en el proyecto, este es necesario para desarrollar el robot y los entregables.

- Set de Lego Spike Prime: Es un set de robótica que posee piezas de construcción Lego, una unidad de control programable e incluye un conjunto de sensores y motores, estos son utilizados para el desarrollo del robot.
- Computadores: Es necesario para el acceso a los diferentes programas que se utilizarán, además de permitir el trabajo colaborativo del equipo.
- Manilla de PS4: Durante la primera fase del proyecto, será necesaria el uso de este recurso para controlar al robot a distancia, por lo que este debe ser compatible con un computador y el robot.

4.2. Software

Se considera el software como un conjunto de programas que serán utilizados para determinadas actividades, definidas en la carta Gantt, que lo requieran para su debida ejecución.

- Redmine: Aplicación web destinada a la gestión de proyectos, utilizada para el seguimiento de las actividades por medio de una carta gantt integrada y subir las bitácoras correspondientes a cada semana de trabajo.
- Lego Education Spike Prime: Aplicación de escritorio para la programación en MicroPython del set Lego Spike Prime, empleada para la introducción al set y el uso de recursos disponibles en esta.
- Documentos de Google: Procesador de texto que permite la creación y edición de documentos, utilizado para la redacción de los informes y bitácoras del proyecto.
- Visual Studio Code: Entorno de desarrollo integrado o editor de código. Se utiliza para el desarrollo e implementación del código MicroPython de Pybricks.
- Pybricks: Implementación del firmware MicroPython en el hub de Lego. Su función es ejecutar la lógica de movimiento y secuencia del robot, además se encargó de gestionar la comunicación BLE (Bluetooth Low Energy) para recibir instrucciones.

4.3. Estimación de Costos

Se presentan una serie de tablas con los costos asociados al desarrollo del proyecto, incluyendo el hardware, el software y el trabajador, correspondiente a los roles del equipo y una tabla con el total de costos.

Costo de Hardware:

Tabla 4: Costos de hardware

Producto	Cantidad de ítems	Precio (CLP)
Set Lego® Spike Prime de Education.	1	\$ 385.500 (1)
Lenovo V14 G4 IRU.	1	\$832.990 (2)
IdeaPad Gaming 3 15IMH05.	1	\$479.990 (3)
Asus TUF Gaming F16.	1	\$679.990 (4)
Tablet Samsung Galaxy A9.	1	\$99.990 (5)
Mando PS4.	1	\$19.990 (6)
Total:	6	\$2.498.450

Costo de Software:

Tabla 5: Costos de software

Producto	Precio (CLP)
LEGO Education Spike App v.3.5.1	\$0 (5)
Visual Studio Code	\$0 (6)
Documentos de Google	\$0 (7)
Pybricks	\$0 (8)
Redmine	\$0 (9)
Total:	\$0

Costo de Trabajador:

Tabla 6: Costo de trabajador

Rol	Horas	Horas extras	Precio/Hora (CLP)
Jefe del Grupo	68 horas	—	\$8.250
Documentador	68 horas	—	\$4.382
Ensamblador	68 horas	—	\$11.935
Programador	68 horas	3 horas	\$5.282
Total:	272	3	\$2.045.578

Destacado:

- Cálculo de Precio/Hora: (horas *4)/referencia de precio.
- Las horas son contabilizadas desde la primera clase con el robot (semana del 29 de septiembre).
- En las referencias se encontrarán referenciados los sitios de donde se obtuvieron los valores referencia de precio.

Total de costos:

Tabla 7: Total costos

Costo hardware	Costo software	Costo empleados	Total (CLP)
\$2.498.450	\$0	\$2.045.578	\$4.544.028

5. Conclusión

Considerando el avance del proyecto, la implementación de un robot que simula un vehículo de carga utilizando el set Lego Spike Prime, ha ocasionado que como equipo tengamos que afrontar problemas que surgieron a partir de la concepción de los objetivos específicos, apoyando a cada rol según lo requiera para lograr el avance de las actividades que se definían cada semana.

Como mencionamos, existieron obstáculos que causaron que ciertas actividades durarán más tiempo del que se tenía planificado, debido a que se realizó una gestión de riesgos se identificó que uno de los riesgos, falla del modelo al momento de ejecutar un movimiento, se encontraba alineado con una actividad que era:

- Control inalámbrico del robot: Para cumplir esta actividad era primordial realizar la configuración de la manilla de PS4 para el control del robot, pues se necesitaba que las señales del mando sean enviadas y ejecutadas por el robot, presentándose fallas en los comandos, pues no se tenía conocimiento de su complejidad, finalmente se logró que funcionara, obteniéndose una visión del comportamiento y movilidad del robot para luego pasarlo a implementar en la interfaz gráfica.

Conforme al estado actual del proyecto, nos ha permitido como equipo cumplir con parte de los objetivos específicos planteados y sus actividades relacionadas, además de elaborar las actividades asociadas a los entregables, como las bitácoras semanales y este primer informe, aún así quedan actividades que están pendientes y serán realizadas conforme el proyecto avance, además se considera que pueden surgir más actividades en la fase restante del proyecto, por el momento se definieron las siguientes actividades:

- Definir los elementos de la pista, sus obstáculos y su recorrido.
- Impresión de los obstáculos 3D.
- Primera práctica en la pista.
- Trabajar en el informe 2
- Manual de usuario.

En conclusión, el proyecto avanza según las actividades son ejecutadas, además la gestión de riesgos ha sido un recurso útil para saber cómo resolver un problema que puede afectar directamente en la planificación del proyecto, permitiendo al equipo identificar cuándo un rol necesita apoyo, logrando avances en el diseño del robot, la movilidad del robot y la interfaz gráfica para el usuario.

6. Referencias

1. Lego (1 de Octubre del 2025) *Set SPIKE™ Prime de LEGO® Education* <https://www.lego.com/es-us/product/lego-education-spike-prime-set-45678>
2. *Notebook Lenovo V14 G4 IRU i7-13620H 16GB SSD 512Gb W11P* | *Paris.cl.* (s.f.).
https://www.paris.cl/notebook-lenovo-v14-g4-iru-i7-13620h-16gb-ssd-512gb-w11p-MKM7LHYL5X.html?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organicshopping
3. Ripley (s.f.). *NOTEBOOK GAMER LENOVO IDEAPAD GAMING 3 15IMH05 INTEL CORE I5 8 GB RAM 1 TB HDD 256 GB SSD NVIDIA GTX 1650-TI 15.63 15IMH05*
<https://simple.ripley.cl/notebook-gamer-lenovo-ideapad-gaming-3-15imh05-intel-core-i5-8-qb-ram-1-tb-hdd-256-qb-ssd-nvidia-gtx-1650-ti-156-2000392412564p?s=mdco>
4. ASUS *TUF Gaming F16* (2024). (2024). ASUS Chile.
<https://www.asus.com/cl/laptops/for-gaming/tuf-gaming/asus-tuf-gaming-f16-2024/>
5. *Galaxy Tab A9 64GB.* (14 de octubre de 2023). Samsung Cl.
<https://www.samsung.com/cl/tablets/galaxy-tab-a/galaxy-tab-a9-wifi-graphite-64gb-sm-x110nzaal07/>
6. *Control Joystick Inalámbrico doble Shock P4 Negro Levo* (s.f.). Me lo llevo. Recuperado el 24 de Octubre del 2025 de
<https://melollevo.cl/products/control-joystick-inalambrico-dualshock-para-ps4-levo?srsltid=AfmBOoqiEx0UjcUh6pMIOoxi1ENU1do5VYgNFyF06ZAJGb2fG88CPQpk>
7. *Descarga de la app SPIKE™ | LEGO® Education.* (s.f.). LEGO® Education.
<https://education.lego.com/es-es/downloads/spike-app/software/>
8. *Download Visual Studio Code - Mac, Linux, Windows.* (2021, 3 noviembre). <https://code.visualstudio.com/download>
9. Google Workspace. (2025). *Documentos de Google: Editor de documentos y archivos PDF en línea | Google Workspace.* Google Workspace. <https://workspace.google.com/intl/es-419/products/docs/>
10. Valk, L. (2025). *Installing Pybricks.* Pybricks.
<https://pybricks.com/learn/getting-started/install-pybricks/>

11. *Overview - Redmine.* (s.f.). <https://www.redmine.org/>
12. *Sueldo Desarrollador Full Stack en Chile 2025: en pesos chilenos y dólares.* (2025). Coderhouse.com. <https://www.coderhouse.com/pe/sueldos/sueldo-desarrollador-full-stack-chile-2025>
13. *Salarios de Project manager en 2025.* (s.f.). Computrabajo.com. Recuperado el 27 de noviembre de 2025, de <https://cl.computrabajo.com/salarios/project-manager>
14. *Sueldo de Analista de proyecto en Chile.* (2025). Indeed.com. <https://cl.indeed.com/career/analista-de-proyecto/salaries>
15. Kurth, M. (27 agosto de 2025). Programador en Chile: mirá cuánto podés ganar hoy. Instituto Profesional Providencia. <https://ipp.cl/general/cuanto-gana-un-programador-en-chile/#:~:text=%C2%BF%C3%A1nto%20gana%20un%20programador%20en%202025?,en%20la%20compensaci%C3%B3n%20que%20reciben>