



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Estudio y diseño de un ascensor hidráulico para una vivienda privada con enfoque en la accesibilidad y el confort del usuario

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Garrido March, Jorge

Tutor/a: Abellán García, Antonio

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

Este proyecto es un estudio detallado de la instalación de un ascensor en una vivienda particular. Es una vivienda de dos alturas en las que se especificarán los pasos a seguir para la instalación del mismo.

También se implantará en el mismo una cámara de visión artificial para superar las barreras de interacción con los pulsadores de planta. A esta instalación se le harán unos ensayos para su correcto funcionamiento y que la instalación sea viable a cualquier altura requerida.

Este enfoque innovador no solo mejora la accesibilidad, sino que también transforma la vivienda en un espacio más inclusivo y sostenible. Este proyecto está estrechamente alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Unión Europea, particularmente en lo que respecta a la igualdad, la accesibilidad y la calidad de vida. Proporciona un valor significativo a la vivienda y a sus ocupantes.

Abstract

This project is a detailed study of the installation of an elevator in a private residence. It's a two-story home, and we will outline the steps required for its installation.

Additionally, an artificial vision camera will be integrated into the elevator to overcome interaction barriers with the floor buttons. Tests will be conducted to ensure the proper functioning of this installation and its feasibility at different heights.

This innovative approach not only enhances accessibility but also transforms the residence into a more inclusive and sustainable space. This project is closely aligned with the European Union's Sustainable Development Goals (SDGs), particularly regarding equality, accessibility, and quality of life. It adds significant value to the residence and its occupants.

Palabras clave: Visión artificial, ascensor, accesibilidad, planificación.

Keywords Artificial Vision, Elevator, Accessibility, Planning

Justificación

El proyecto se centra en el estudio de la instalación de un ascensor en un edificio residencial, con una implantación con enfoque especial en la accesibilidad y la mejora de la calidad de vida de las personas con dificultades musculoesqueléticas. La instalación del ascensor cumple con las normativas europeas y locales en cuanto a seguridad y accesibilidad.

Se realiza una implementación de una cámara con visión artificial en el ascensor. Esta cámara es capaz de detectar la posición y los gestos de las manos de los pasajeros. La detección de las manos permite a las personas con movilidad reducida hacer llamadas a las plantas del edificio sin necesidad de pulsar un botón físico, eliminando así una barrera de interacción significativa. Este sistema utiliza algoritmos de aprendizaje automático para reconocer los gestos de las manos y realizar llamadas a la planta deseada.

Este proyecto tiene un gran impacto en la mejora de la accesibilidad y la comodidad de las personas con dificultades musculoesqueléticas, permitiéndoles utilizar el ascensor de manera más independiente y sin obstáculos. También es altamente compatible con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Unión Europea, ya que promueve la igualdad, la accesibilidad y la inclusión de personas con discapacidades, contribuyendo así a una sociedad más equitativa y sostenible.

0.0.1 Objetivos del proyecto

Instalación de un Ascensor Accesible: Implementar un ascensor en el edificio residencial que cumpla con las normativas de accesibilidad y seguridad, permitiendo a las personas con dificultades musculoesqueléticas moverse de manera más fácil y cómoda.

Desarrollo de una Cámara con Visión Artificial: Diseñar y crear una cámara con visión artificial que sea capaz de detectar la posición y los gestos de las manos de los pasajeros en el ascensor.

Detección de Gestos de las Manos: Utilizar algoritmos de aprendizaje automático para reconocer gestos específicos de las manos, como indicaciones para llamar a una planta en el ascensor.

Eliminación de Barreras de Interacción: Permitir a las personas con movilidad reducida realizar llamadas a plantas sin necesidad de pulsar un botón físico, eliminando una barrera de interacción y promoviendo la independencia.

Mejora de la Calidad de Vida: Mejorar la calidad de vida de las personas con dificultades musculoesqueléticas al proporcionarles un medio de transporte más accesible y cómodo en su edificio.

Cumplimiento de Normativas: Garantizar que la instalación del ascensor y la implementación de la cámara cumplan con todas las normativas locales y europeas relacionadas con la seguridad y la accesibilidad.

Contribución a los ODS de la UE: Promover la igualdad, la accesibilidad y la inclusión de personas con discapacidades, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Unión Europea.

Índice general

Resumen	I
Índice general	IV
Índice de figuras	VI
Índice de tablas	VII
1. Introducción	1
1.1. Los elevadores	1
1.2. Tipos de elevadores	4
1.3. Variadores	9
1.4. Sistemas de seguridad	10
1.5. Tipos de maniobra	16
1.6. Normativas y regulaciones	18
1.7. Normativa referente a instalaciones con placas electrónicas	22
1.8. Evaluación de la viabilidad de la instalación	23
1.9. Dimensionamiento y selección adecuada del ascensor	25
1.10. Estudio de los requerimientos espaciales y estructurales para la instalación	26
1.11. Gestión de residuos	36
1.12. Plan de seguridad y salud	37
1.13. Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible	41
1.14. Partes del proyecto que contribuyen a las ODS	42
2. Módulo de pulsador asistido	44
2.1. Introducción de redes neuronales convolucionales.	44
2.2. Python	45
2.3. Manos - Primer escript de configuración	46
2.4. Entrenamiento - Segundo script de configuración	54
2.5. Componentes necesarios	63
2.6. Esquema de conexionado	66
2.7. Presupuesto	70
3. Pliego de condiciones - Proyecto de instalación de un elevador hidráulico sin barreras de interacción	72

3.1. Introducción al pliego de condiciones	72
3.2. Características técnicas de los materiales y equipos	73
3.3. Lista de los materiales y equipos necesarios para la instalación.	74
3.4. Ejecución de la Obra	75
3.5. Derechos y Obligaciones del Instalador Autónomo	79
3.6. Inspección y Pruebas	79
3.7. Costos y Pagos	79
3.8. Firma y aprobación	80
4. Conclusión	81
4.1. Conclusión de la ejecución del proyecto	81
4.2. Ensayos de prueba	83
4.3. Ensayo de intensidad lumínica	83
4.4. Ensayo de enfoque	85
4.5. Ensayo de estabilidad	87
4.6. Propuestas de mejora	88
4.7. Planos añadidos	89
Bibliografía	90

Índice de figuras

1.1. Cabestrante del siglo XVIII	1
1.2. Cartel promocionando los avances de Elisha Otis	2
1.3. Elisha Otis	2
1.4. Werner Von Siemens	3
1.5. Werner Von Siemens, enseñando su invento	3
1.6. Sensor de carga para un elevador	13
1.7. Paracaídas de un ascensor	14
1.8. Limitador de velocidad para activación de paracaídas	15
1.9. Referencia catastral del inmueble	23
1.10. Situación en la ciudad	24
1.11. Medidas especificadas	27
1.12. Expresión de donde se necesita el hueco y que partes solapa	28
1.13. Hueco con la obra necesaria	29
1.15. Espacio para el hueco resultante con los dos pisos juntos	29
1.14. Obra necesaria para el cuarto de máquinas	30
1.16. Imagen de la instalación	32
1.17. Imagen de la instalación	33
1.18. Imagen de la instalación	34
1.19. Imagen de la instalación	35
2.1. Puntos de unión de MediaPipe	51
2.2. Esquema de conexiones de cabina	67
2.3. Entradas de pulsadores de cabina	68
2.4. Ejemplo de conexionado de rele a Raspberry Pi	69
4.1. Prueba con el 100 % de luz	84
4.2. Prueba con el 50 % de luz	84
4.3. Prueba con el 20 % de luz	84
4.4. Prueba de detección desde el techo	85
4.5. Prueba de detección desde una altura mas baja	86
4.6. Prueba de detección a nivel de la cabeza	86
4.7. Pruebas de estabilidad	87

Índice de tablas

1 Introducción

1.1 Los elevadores

La historia de los elevadores se remonta a la antigua Grecia, donde se utilizaban sistemas de poleas y contrapesos para levantar objetos pesados. Sin embargo, fue en el siglo XVIII cuando se inventó el primer elevador moderno, gracias a la invención del cabestrante mecánico.

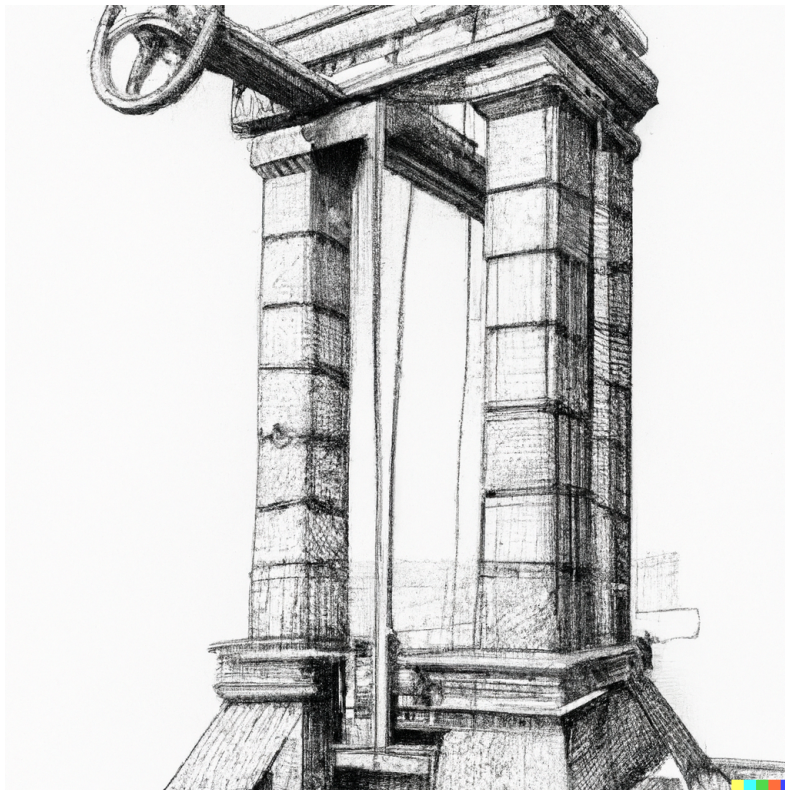


Figura 1.1: Cabestrante del siglo XVIII

El cabestrante mecánico es un dispositivo utilizado en la industria para levantar y mover cargas pesadas. Se compone de un tambor o carrete sobre el que se enrolla un cable o una cuerda, conectado a la carga a ser levantada. La rotación del tambor es proporcionada por un motor eléctrico o por un sistema manual de manivela. El cabestrante mecánico puede ser usado para una amplia variedad de aplicaciones, como la construcción, la industria naval y la minería. hola

1.1.1 Elisha Otis



Figura 1.2: Cartel promocionando los avances de Elisha Otis

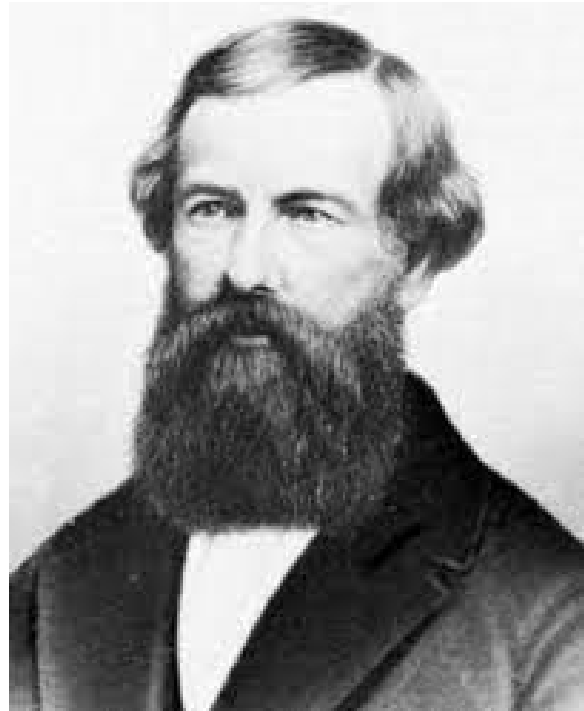


Figura 1.3: Elisha Otis

En 1853, el inventor estadounidense Elisha Otis presentó el primer elevador con un mecanismo de seguridad en la Exposición de Productos Americanos en Nueva York. El sistema de seguridad diseñado por Elisha Otis en 1853 fue uno de los primeros sistemas de seguridad utilizados en los ascensores. Este sistema consistía en un mecanismo de seguridad que se activaba automáticamente en caso de una falla en el cable que sostenía la cabina del ascensor.

El sistema consistía en unos ganchos que retenían la cabina en su lugar, asegurándose de que la cabina no cayera en caso de una falla en el cable. Si los cables se rompían, los ganchos de seguridad se activarían automáticamente, reteniendo la cabina en su lugar. De esta manera, los usuarios del ascensor estarían a salvo hasta que pudieran ser rescatados.

Este sistema revolucionó la industria del ascensor y ayudó a superar el miedo a utilizar los ascensores, ya que brindaba una mayor seguridad a los usuarios. A partir de entonces, los sistemas de seguridad de los ascensores han evolucionado y mejorado, incluyendo sensores de peso, sensores de puertas, luces de emergencia, alarmas y sistemas de frenado, entre otros.

La solución de tecnológica de Elisha Otis en 1853, que a través de la seguridad el ascensor fuese mas fiable y tranquilizador para las personas, fue un hito importante en la historia de los ascensores, ya que permitió aumentar la seguridad de los usuarios y superar el miedo a utilizarlos.

1.1.2 *Werner von Siemens*

A partir de ahí, los elevadores evolucionaron rápidamente, incorporando mejoras en el diseño y la tecnología. En 1880, el inventor alemán Werner von Siemens inventó el elevador eléctrico, lo que permitió un mayor control y precisión en el funcionamiento de los elevadores.

El elevador eléctrico inventado por Werner von Siemens en 1880 es considerado uno de los primeros elevadores eléctricos de la historia. Este elevador utilizaba un motor eléctrico para mover la cabina de un ascensor hacia arriba y hacia abajo.

Antes de la invención de Siemens, los ascensores eran accionados por mecanismos hidráulicos o de tracción, lo que los hacía menos eficientes y más propensos a fallas. La invención de Siemens cambió esto, ya que el motor eléctrico proporcionaba una fuerza mucho más constante y confiable que los mecanismos anteriores.



Figura 1.4: Werner Von Siemens



Figura 1.5: Werner Von Siemens, enseñando su invento

Además, el elevador eléctrico de Siemens era más seguro y más fácil de operar que los ascensores anteriores. El motor eléctrico se encontraba en el piso bajo del ascensor, lo que significaba que no había ninguna fuente de energía en la cabina. Además, el control de la cabina se realizaba desde una consola en el piso bajo, lo que significaba que el usuario no tenía que preocuparse por operar el ascensor.

El elevador eléctrico de Siemens también era más eficiente en términos de consumo de energía y más silencioso que los elevadores anteriores. Esto lo hacía más atractivo para su uso en edificios comerciales y residenciales, y se convirtió en un estándar en la industria del ascensor.

El elevador eléctrico fue un hito importante en la historia de los ascensores. Su combinación de eficiencia, seguridad, confiabilidad y facilidad de uso lo convirtió en un modelo para la industria y en un estándar en la industria de los ascensores.

1.1.3 Constante evolución

Durante la primera mitad del siglo XX, los elevadores experimentaron una serie de mejoras en seguridad, comodidad y accesibilidad. Se introdujeron sistemas de control automático y automático de seguridad, así como tecnologías más avanzadas para la construcción de ascensores más rápidos y eficientes además de con todo tipo de materiales en las cabinas para adecuar a las casas de un diseño a medida.

En la actualidad, los elevadores utilizan tecnologías como motores sin engranajes, sistemas de control por voz y pantallas táctiles, y son capaces de adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones, desde viviendas unifamiliares hasta rascacielos. Además, existen normativas y regulaciones estrictas para garantizar la seguridad de los usuarios y las personas que trabajan en ellos.

El ascensor es un invento que lleva mucho tiempo en nuestras vidas y siempre han tenido una innovación constante. Hoy en día son dispositivos más seguros, cómodos y accesibles que nunca antes.

1.2 Tipos de elevadores

Este capítulo presenta los diferentes tipos de elevadores utilizados en la industria, incluyendo los elevadores eléctricos y los hidráulicos. Se explican las partes de los elevadores, incluyendo el motor, la transmisión, el controlador, la cabina, el sistema de seguridad y los elementos de soporte. Además, se describen las especificaciones técnicas de los componentes y en que unidad de medida podemos caracterizarlos.

1.2.1 *Elevadores hidráulicos*

Los ascensores hidráulicos son un tipo de elevador que funciona mediante el uso de un sistema hidráulico, en concreto, un grupo equipado con válvulas, motor, una bomba y un depósito de aceite. Un fluido hidráulico es bombeado a través de un cilindro hidráulico, que a su vez empuja o levanta la cabina del ascensor.

Entre las ventajas de los ascensores hidráulicos se encuentran su bajo costo de mantenimiento, su capacidad para soportar cargas pesadas, suavidad en la operación y la capacidad de instalarse en edificios de menor altura donde los ascensores eléctricos son menos eficientes. Además, en estado estacionario, no tienen consumo. En este caso solo la poca potencia consumida por los elementos de pilotaje.

Por otro lado, las desventajas de los ascensores hidráulicos incluyen su menor velocidad de desplazamiento en comparación con los ascensores eléctricos, la necesidad de un espacio adicional para la sala de máquinas y su mayor consumo de energía. Además, la instalación de un ascensor hidráulico requiere de un pozo más profundo en comparación con un ascensor eléctrico.

1.2.2 *Las características técnicas de un elevador hidráulico incluyen:*

- **Potencia del motor:** La potencia del motor se mide en caballos de fuerza (HP) o kilovatios (kW) y determina la velocidad y la capacidad de carga del elevador.
- **Desarrollo de la bomba:** El desarrollo de la bomba se mide en litros por minuto (l/min) y determina la cantidad de aceite que se bombea por minuto
- **Cantidad de aceite en depósito:** La cantidad de aceite en el depósito determina la capacidad de carga máxima del elevador y también puede afectar la velocidad y la eficiencia del elevador.
- **Fuerza en newtons del cilindro:** La fuerza en newtons del cilindro es la fuerza necesaria para levantar la cabina del elevador y se mide en newtons (N). Esta fuerza es determinada por la longitud y el diámetro del cilindro, así como por la densidad del líquido dentro del cilindro.
- **Altura de recorrido:** La altura de recorrido es la distancia entre la planta más baja y la planta más alta a la que se puede acceder con el elevador.
- **Capacidad de carga:** La capacidad de carga es el peso máximo que el elevador puede soportar, incluyendo la carga de la cabina, pasajeros y objetos.
- **Velocidad:** La velocidad se mide en metros por segundo (m/s) y determina el tiempo que tarda el elevador en subir o bajar de una planta a otra.
- **Sistema de seguridad,** para proteger a las personas y la cabina en caso de emergencia, tales como barreras de seguridad, interrupciones de energía, frenos de emergencia, entre otros.

- Botoneras: Las botoneras permiten a los usuarios seleccionar el piso al que desean viajar.

Conclusión:

Los ascensores hidráulicos presentan una gran ventaja para las viviendas unifamiliares debido a su bajo mantenimiento y la simplicidad de sus equipos. Aunque necesiten más espacio que los ascensores eléctricos, no requieren variadores y pueden conectarse a una alimentación de 220V. Además, su sistema hidráulico ofrece una mayor suavidad y precisión en los movimientos. Todo esto los convierte en una excelente opción para viviendas particulares en las que se busca una solución segura, confiable y de bajo mantenimiento.

1.2.3 Elevadores de tracción eléctrica

Los ascensores eléctricos son aquellos que funcionan con un motor eléctrico para mover la cabina y contrapeso a lo largo de los cables de tracción. Entre sus ventajas se encuentran una mayor eficiencia energética, menor consumo de energía, menor necesidad de mantenimiento, mayor velocidad de desplazamiento y capacidad de carga más alta. Sin embargo, también tienen algunas desventajas, como mayores costos de instalación, mayores costos de reparación y reemplazo de componentes, y una menor duración de los cables de tracción en comparación con los sistemas hidráulicos.

1.2.4 Las características técnicas de un elevador eléctrico:

- Potencia del motor: La potencia del motor se mide en caballos de fuerza (HP) o kilovatios (kW) y determina la velocidad y la capacidad de carga del elevador.
- Sistema de tracción: El sistema de tracción en un elevador eléctrico puede ser mediante poleas y cables o mediante un sistema sin engranajes. Los elevadores sin engranajes suelen ser más eficientes y silenciosos que los elevadores con poleas y cables.
- Fuerza en newtons del motor: La fuerza en newtons del motor es la fuerza necesaria para mover la cabina del elevador y se mide en newtons (N). Esta fuerza es determinada por el tamaño y la potencia del motor.
- Altura de recorrido: La altura de recorrido es la distancia entre la planta más baja y la planta más alta a la que se puede acceder con el elevador.
- Capacidad de carga: La capacidad de carga es el peso máximo que el elevador puede soportar, incluyendo la carga de la cabina, pasajeros y objetos.
- Velocidad: La velocidad se mide en metros por segundo (m/s) y determina el tiempo que tarda el elevador en subir o bajar de una planta a otra.
- Control de velocidad: El control de velocidad en un elevador eléctrico se puede realizar mediante un sistema de frenos mecánicos o electrónicos.

- Sistema de frenado: El sistema de frenado en un elevador eléctrico puede ser mecánico o electrónico y se encarga de detener la cabina en caso de emergencia o de fallo en el sistema de tracción.
- Sistema de seguridad, para proteger a las personas y la cabina en caso de emergencia, tales como barreras de seguridad, interrupciones de energía, frenos de emergencia, entre otros.
- Botoneras: Las botoneras permiten a los usuarios seleccionar el piso al que desean viajar.

Conclusión: Los elevadores eléctricos son una excelente opción para transportar personas y cargas en edificios de varios pisos. Su operación silenciosa, eficiente y ecológica los convierte en una opción cada vez más popular en la industria de la construcción. Aunque su costo inicial puede ser más alto que el de otros tipos de elevadores, su bajo costo de mantenimiento y su larga vida útil los convierten en una inversión rentable a largo plazo.

1.2.5 Elevadores con motores gearless

Los ascensores eléctricos con motor gearless utilizan un motor síncrono de imanes permanentes, que se caracteriza por ser más eficiente y silencioso que los motores convencionales.

Algunas de las ventajas de los ascensores eléctricos con motor gearless son, menor consumo energético, una mayor suavidad en el movimiento y menor nivel de ruido. También un menor mantenimiento y mayor durabilidad debido a la ausencia de engranajes. Y además una precisión en el control de la velocidad y la posición del elevador.

Por el contrario, podríamos decir en su contra que su costo inicial más alto que los ascensores convencionales. Requieren una fuente de alimentación de corriente continua (DC) adicional, lo que puede aumentar la complejidad del sistema. Requieren personal especializado para su mantenimiento y reparación.

1.2.6 Las características técnicas de un elevador eléctrico:

- Motor sin engranajes: Este tipo de motor utiliza imanes permanentes y un rotor para generar movimiento, en lugar de los engranajes utilizados en los elevadores tradicionales.
- Cabina: La cabina es la estructura que contiene a las personas y la carga que se van a transportar de un piso a otro
- Guías: Las guías son las estructuras que mantienen la cabina en su posición y la ayudan a moverse hacia arriba y hacia abajo
- Contrapeso: El contrapeso es una estructura que equilibra el peso de la cabina y la carga, ayudando a reducir la carga sobre el motor y los sistemas de elevación

- Sistema de cable: El sistema de cable incluye los cables o cables tensores que conectan la cabina y el contrapeso al motor y a las guías.
- Sistema de control: El sistema de control permite programar el destino de la cabina, detenerla en los pisos deseados y monitorear su funcionamiento.
- Sistema de seguridad, para proteger a las personas y la cabina en caso de emergencia, tales como barreras de seguridad, interrupciones de energía, frenos de emergencia, entre otros.
- Botoneras: Las botoneras permiten a los usuarios seleccionar el piso al que desean viajar.

1.2.7 Ventajas

1. Mayor eficiencia: Al no tener engranajes, el motor Gearless reduce la fricción y el desgaste, lo que resulta en una mayor eficiencia energética.
2. Mayor vida útil: Al no tener piezas móviles, el motor Gearless es más durable y tiene una vida útil más larga que los motores con engranajes.
3. Menor ruido: Al no tener piezas móviles, el motor Gearless produce menos ruido que los motores con engranajes.
4. Menor mantenimiento: Al no tener piezas móviles, el motor Gearless requiere menos mantenimiento que los motores con engranajes.

1.2.8 Inconvenientes

1. Costo: El motor Gearless es más costoso que los motores con engranajes.
2. Complejidad: El motor Gearless es más complejo que los motores con engranajes, lo que puede resultar en una mayor complejidad en la reparación y el mantenimiento.
3. Dimensiones: El motor Gearless es más grande que los motores con engranajes, lo que puede requerir una mayor cantidad de espacio en la cabina del elevador.

Conclusión

Por lo que el motor Gearless es una solución avanzada para elevadores que ofrece una mayor eficiencia energética, vida útil y reducción del ruido, pero también es más costoso y complejo que los motores con engranajes. El ascensor hidráulico

1.3 Variadores

Los variadores son dispositivos electrónicos que se utilizan en numerosas aplicaciones industriales, incluyendo los sistemas de elevación. En el ámbito de los elevadores, los variadores permiten controlar la velocidad, la aceleración y la desaceleración del motor, lo que se traduce en una mayor eficiencia energética y un mejor confort para los usuarios. Además, los variadores también ofrecen una protección contra sobrecargas, una mayor vida útil del motor y la posibilidad de realizar diagnósticos y mantenimiento preventivo.

1.3.1 Variadores inverter 220 V

El variador 220 V inverter es un dispositivo que permite controlar la velocidad de un motor eléctrico monofásico o trifásico de 220V, mediante la modificación de la frecuencia de la corriente eléctrica que alimenta el motor.

El funcionamiento del variador se basa en la conversión de la corriente alterna de entrada (220 V, 50 Hz) en corriente continua mediante un puente rectificador. Luego, un circuito inversor produce una corriente alterna con una frecuencia y tensión variable, que es suministrada al motor. El variador controla la frecuencia y la tensión de salida en función de la señal de entrada que recibe, ajustando así la velocidad del motor.

El variador 220 V inverter puede proporcionar un control preciso de la velocidad del motor, lo que permite optimizar la eficiencia energética y reducir el desgaste del motor. También puede proporcionar funciones adicionales, como protección contra sobrecarga, detección de fallos y control de par.

1.3.2 Tipos de variadores

Existen diferentes tipos de variadores 220 V inverter, que se diferencian por la tecnología utilizada en su fabricación y las características específicas que ofrecen. Algunos ejemplos son:

1. Variadores de frecuencia PWM (modulación por ancho de pulso): Son los más comunes y utilizan un sistema de modulación por ancho de pulso para controlar la frecuencia de salida. Son económicos y fáciles de instalar, pero pueden generar armónicos que afectan a la calidad de la corriente eléctrica.
2. Variadores de frecuencia sinusoidal: Utilizan una técnica de modulación sinusoidal para generar una corriente de salida más limpia y sin armónicos. Son más caros que los PWM, pero ofrecen una mayor calidad de la corriente eléctrica.

3. **Variadores de frecuencia vectoriales:** Utilizan un algoritmo de control vectorial para controlar la velocidad y el par del motor de forma más precisa y estable. Son los más avanzados y ofrecen un mayor rendimiento, pero también son los más costosos.

Las necesidades de un sistema de elevador eléctrico pueden influir en la elección del variador, por ejemplo: la carga máxima, la velocidad, la frecuencia de uso y las características del motor. Para elevadores de baja velocidad y carga pesada, se requiere un variador que tenga un alto par y capacidad de control de carga, mientras que para elevadores de alta velocidad, se necesita un variador con un control de velocidad preciso y rápido. Además, las características del motor también pueden influir en la elección del variador, como el tipo de motor, la tensión y la corriente nominal.

1.4 Sistemas de seguridad

Este capítulo se centrará en la importancia de los sistemas de seguridad en los elevadores y su funcionamiento. Se describirán los principales sistemas de seguridad utilizados en la industria de los elevadores, como los sistemas de frenado, los sensores de seguridad y los sistemas de emergencia.

1.4.1 Tipos de sistemas de seguridad

Este capítulo se centrará en la importancia de los sistemas de seguridad en los elevadores y su funcionamiento. Se describirán los principales sistemas de seguridad utilizados en la industria de los elevadores, como los sistemas de frenado, los sensores de seguridad y los sistemas de emergencia.

1. **Barreras de seguridad:** barreras físicas que se activan cuando las puertas del ascensor se abren para prevenir que los pasajeros caigan. De modo que si la barrera no está cerrada el ascensor no puede cerrar su serie de seguridad y moverse a otra planta.
2. **Sensores de puerta:** detectan si la puerta está completamente cerrada antes de que el ascensor se mueva para no dejar paso a la caída libre del hueco. Sensores infrarrojos que detectan la presencia de objetos o personas a través de la emisión de radiación infrarroja y con ello evitar el cierre de las puertas.
3. **Sistemas de freno:** frenan el ascensor en caso de fallo en el motor o en la tracción. Los sistemas de freno en un ascensor son esenciales para garantizar la seguridad de las personas en caso de fallo en el motor o en la tracción. Estos sistemas funcionan de manera automática y rápida, deteniendo el ascensor en caso de una sobre aceleración o de una desconexión del motor.

1.4.2 Tipos de frenos en los elevadores

Existen diferentes tipos de sistemas de freno en ascensores, incluyendo frenos electromagnéticos, frenos de tambucho y frenos hidráulicos. Cada uno tiene sus propias características y ventajas, por lo que es importante considerar las necesidades específicas de cada edificio y elegir el sistema de freno adecuado.

Además de frenar el ascensor en caso de emergencia, los sistemas de freno también pueden ayudar a mantener la estabilidad del ascensor y reducir el desgaste en el motor y otros componentes críticos. Por lo tanto, son un componente esencial en cualquier sistema de ascensor moderno.

1. **Los frenos electromagnéticos:** se activan mediante una señal eléctrica y funcionan gracias a la interacción entre los componentes electromagnéticos y mecánicos. Cuando la corriente eléctrica fluye a través de un imán, se genera un campo magnético que atrae y sujeta un componente mecánico, frenando así el movimiento del ascensor. Este sistema es confiable y eficiente, y permite un control preciso de la velocidad y detención del ascensor en caso de emergencia. Además, los frenos electromagnéticos son más silenciosos que otros tipos de frenos y requieren menos mantenimiento.
2. **Los frenos de tambucho:** son un tipo de frenos utilizados en elevadores. Estos frenos consisten en un tambor o rotor que gira con el movimiento del ascensor, y una placa de freno o pastilla que se presiona contra el tambor para detener su movimiento. La placa de freno se activa mediante una señal hidráulica o neumática, y puede ser accionada manualmente en caso de emergencia.

Los frenos de tambucho son eficientes y confiables, y su diseño simple los hace fáciles de mantener. Sin embargo, pueden ser ruidosos y requieren un mayor espacio para su instalación en comparación con otros tipos de frenos. También pueden ser menos precisos en la detención del ascensor en comparación con los frenos electromagnéticos.

3. **Los frenos hidráulicos:** son un tipo de frenos utilizados en elevadores. Estos frenos funcionan mediante la presión de un fluido, como aceite o agua, en un cilindro. Cuando se activa el freno, la presión del fluido empuja un pistón contra el rotor del motor, deteniendo su movimiento.

Los frenos hidráulicos son confiables y tienen una respuesta rápida en caso de emergencia. Además, pueden ser menos ruidosos y requieren menos mantenimiento en comparación con los frenos de tambucho. Sin embargo, los sistemas hidráulicos pueden ser más complejos y requieren una mayor cantidad de espacio para su instalación. También pueden requerir un suministro constante de fluido y un sistema de refrigeración para evitar sobrecalentamiento.

1.4.3 Botones de emergencia

Los botones de emergencia con llamada a centralita de emergencia 24h en los elevadores son un componente importante del sistema de seguridad en los ascensores. Estos botones permiten a los usuarios llamar a una centralita de emergencia en caso de una situación de emergencia dentro del elevador, como una falla técnica, incendio, o situación de salud. Estos botones generalmente se encuentran en la cabina del elevador y están accesibles en todo momento. Al presionar el botón, una señal es enviada a la centralita de emergencia, que puede responder rápidamente y brindar asistencia. Estos sistemas suelen ser monitoreados 24 horas al día, los 7 días de la semana para garantizar la seguridad y protección de los usuarios en todo momento.

1.4.4 Detectores de Obstáculos

Los detectores de obstáculos en los elevadores son dispositivos que tienen la función de detener el ascensor en caso de detectar un obstáculo en el camino de la cabina, previniendo accidentes o daños. Si que cabe decir que no es normal que en los huecos se cuele algún obstáculo tan grande como para precisar ser detectado, por eso su uso no es muy común. Estos dispositivos pueden ser de diferentes tipos, como fotocélulas, sensores de presión o sensores infrarrojos, y suelen estar instalados en la parte inferior y superior de la cabina, así como en las puertas del ascensor. Al detectar un obstáculo, el elevador se detiene automáticamente y emite una señal sonora y/o luminosa para avisar al usuario. Estos sistemas de seguridad son esenciales en los elevadores modernos y contribuyen a garantizar la seguridad de los usuarios.

1.4.5 Cables de seguridad

Los cables de seguridad son un elemento crítico en el sistema de seguridad de los elevadores. Son una serie de cables de acero o cuerdas que están conectados a la cabina del elevador y se extienden hacia arriba hasta la parte superior del pozo de ascensor. En caso de fallo en la tracción del elevador, estos cables actúan como un sistema de frenado de emergencia que detiene la cabina de ascensor en su descenso y evita una caída libre. Estos cables también están diseñados para soportar muchas veces el peso total del ascensor para garantizar la seguridad de los pasajeros en el caso de un fallo en la tracción.

1.4.6 Sensores de carga

Los sensores de limitación de carga en un elevador son dispositivos que miden la cantidad de peso que se encuentra en la cabina en tiempo real y comparan esa información con la capacidad máxima permitida del ascensor. Estos sensores están compuestos por una serie de componentes electrónicos y mecánicos que trabajan juntos para proporcionar información precisa y confiable sobre la carga en la cabina.

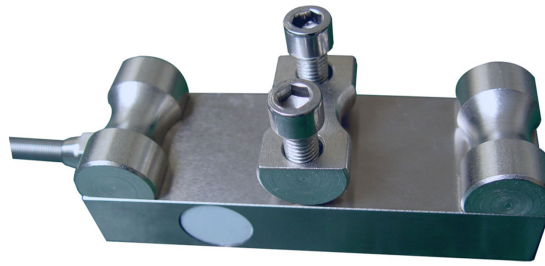


Figura 1.6: Sensor de carga para un elevador

Entre los componentes más comunes se encuentran las células de carga, los amplificadores, los microcontroladores y los relés de protección. Las células de carga son dispositivos que miden el peso en la cabina y envían señales a los amplificadores para que las procesen. Los amplificadores amplifican las señales y las transmiten a los microcontroladores, que las comparan con los valores límite programados para la carga máxima permitida.

Si se detecta que la carga en la cabina supera el límite permitido, los relés de protección entran en acción para detener el ascensor y evitar daños a la cabina, a los pasajeros y al equipo.

La función principal de los sensores de limitación de carga es garantizar la seguridad y protección de las personas y del equipo en el ascensor, asegurándose de que la carga en la cabina no exceda los valores límite permitidos.

1.4.7 Luces de emergencia

Las luces de emergencia en un elevador son un componente de seguridad que se encenderán automáticamente en caso de un apagón o fallo en la alimentación eléctrica principal. Estas luces proporcionarán iluminación suficiente para que los usuarios puedan salir del ascensor con seguridad. Además, también pueden funcionar como señal de emergencia para alertar a los servicios de emergencia sobre la presencia de personas atrapadas en el interior del ascensor. Estas luces generalmente tienen baterías de respaldo para garantizar que siempre estén funcionando en caso de un apagón.

1.4.8 Paracaídas

El paracaídas de un elevador es un dispositivo de seguridad que se activa en caso de fallo en el sistema principal de frenado o cableado para evitar una caída libre del ascensor. Está formado por un paracaídas plegado, un sistema de liberación y un dispositivo de frenado. La función del paracaídas es detener la caída del ascensor de forma controlada y segura.

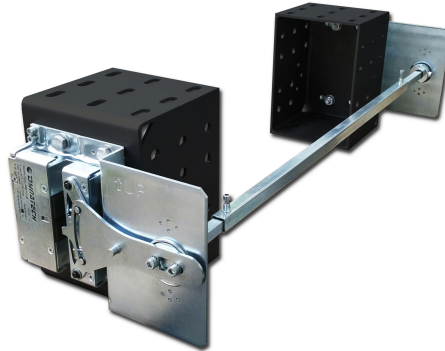


Figura 1.7: Paracaídas de un ascensor

1. Paracaídas tipo aceleración: se activa cuando el ascensor supera una determinada aceleración y se acciona la liberación, permitiendo que el paracaídas se despliegue y detenga la caída del ascensor.
2. Paracaídas tipo tiempo: se activa en un tiempo determinado desde el inicio de la caída libre, permitiendo que el paracaídas se despliegue y detenga la caída del ascensor.

1.4.9 Limitador de velocidad

El limitador de velocidad es un componente crítico de un ascensor que se encarga de garantizar la seguridad de los pasajeros y del ascensor en sí mismo. Funciona limitando la velocidad máxima a la que puede viajar el elevador en caso de una falla o una situación de emergencia.

Hay dos tipos principales de limitadores de velocidad:

- **Limitadores de velocidad mecánicos:** Los limitadores de velocidad mecánicos funcionan mediante el uso de muelle y peso que se activan cuando la velocidad del elevador supera un cierto nivel.
- **Limitadores de velocidad electrónicos:** los limitadores de velocidad electrónicos utilizan sensores y electrónica para monitorear la velocidad del elevador y activar un sistema de frenado en caso de una falla o situación de emergencia.

El limitador de velocidad es un elemento esencial para garantizar la seguridad de los pasajeros en el elevador. Si el elevador falla y comienza a descender de manera incontrolable, el limitador de velocidad actúa frenando la caída y deteniendo el elevador en su camino. Esto ayuda a prevenir lesiones graves a los pasajeros y a proteger el equipo del elevador.

Además, el limitador de velocidad también es un elemento importante para la protección contra incendios. En caso de un incendio, el limitador de velocidad puede activarse para detener el ascensor en un piso seguro y permitir a los pasajeros evacuar el edificio de manera segura.



Figura 1.8: Limitador de velocidad para activación de paracaídas

1.4.10 Amortiguadores de foso

Los amortiguadores de foso son elementos instalados en el fondo del pozo del ascensor que tienen como función amortiguar las vibraciones y absorber la energía en caso de una parada brusca del ascensor. Esto ayuda a proteger los componentes del elevador y a reducir el ruido en la cabina.

Existen dos tipos de amortiguadores de foso:

- **Amortiguadores hidráulicos:** Son amortiguadores que utilizan el aceite hidráulico como medio de amortiguamiento. Estos amortiguadores funcionan mediante un sistema de pistón y cilindro que permite la compresión y liberación del aceite.
- **Amortiguadores de resorte:** Son amortiguadores que utilizan resortes helicoidales para amortiguar las vibraciones y la energía en caso de una parada brusca. Estos resortes se comprimen y liberan cuando el ascensor se detiene, absorbiendo la energía y reduciendo las vibraciones.

Estos son solo algunos ejemplos de los sistemas de seguridad que pueden ser utilizados en ascensores modernos. Es importante que los ascensores sean inspeccionados y mantenidos regularmente para asegurar que todos los sistemas de seguridad estén funcionando adecuadamente.

1.5 Tipos de maniobra

Este capítulo se enfoca en los distintos tipos de maniobras utilizadas en los ascensores, incluyendo simplex, duplex, triplex y otras variantes. Se describen las características de cada una de ellas, su funcionamiento y sus aplicaciones en diferentes tipos de edificios y situaciones. También se aborda la importancia de la elección adecuada de la maniobra para garantizar un rendimiento eficiente y seguro del ascensor.

1.5.1 La maniobra universal *SIMPLEX*

Es un sistema de mando que permite controlar y supervisar el funcionamiento de un elevador. Esta maniobra se caracteriza por tener un solo botón de llamada en cada planta, el cual envía una señal al cuadro de control principal para indicar la dirección deseada.

El cuadro de control principal recibe la señal de llamada y, a partir de allí, coordina los movimientos del carro del elevador, la apertura y cierre de las puertas y el arranque y parada del motor. También controla la velocidad y posición del carro y asegura que se cumplan las normativas de seguridad durante el viaje.

La maniobra *SIMPLEX* es sencilla y económica, y es ideal para elevadores con poco tráfico o para pequeños edificios residenciales o comerciales. Sin embargo, puede no ser adecuada para grandes edificios o para situaciones de alta demanda, ya que requiere que los usuarios esperen su turno para llamar el ascensor y puede resultar en retrasos y congestión del tráfico.

Como características principales tenemos:

1. No permite el registro de varias órdenes, esto es, sucesivas órdenes se ejecutarán tras la finalización de todas y cada una de las anteriores.
2. Siempre prevalece la orden de cabina.
3. Sólo es necesario un pulsador de llamada por planta.
4. Este tipo de maniobra es la que mayor número de viajes con cabina vacía origina.

1.5.2 La maniobra selectiva en subida o bajada SIMPLEX (un ascensor)

La maniobra selectiva simplex es un sistema de funcionamiento de ascensores que permite que el usuario pueda seleccionar el destino del ascensor directamente desde la cabina o desde una llamada en el rellano. Este sistema utiliza un cuadro de mando simple y un sistema de botones que permiten al usuario seleccionar el destino del ascensor.

El sistema selectivo simplex funciona de la siguiente manera: cuando un usuario llama al ascensor desde un rellano, el cuadro de mando en la cabina reconoce la llamada y muestra el piso al que se quiere subir. El usuario puede entonces presionar el botón correspondiente en la cabina para seleccionar el destino del ascensor. Una vez seleccionado el destino, la cabina se desplaza automáticamente hasta el piso seleccionado.

Es importante destacar que este sistema solo permite la selección de un solo piso a la vez, por lo que si hay varias llamadas simultáneas, el ascensor seleccionará el piso en orden según la programación establecida.

La maniobra selectiva simplex es un sistema fácil de usar y eficiente para un ascensor particular, y permite a los usuarios seleccionar su destino de manera sencilla y directa.

Esta maniobra es capaz de almacenar diferentes órdenes, tanto de cabina como de rellano.

Los pulsadores de los rellanos se distribuyen como sigue:

En el nivel de acceso se coloca pulsador y flecha de subida (selectiva en bajada) o bajada (selectiva en subida)

En los restantes niveles se coloca pulsador y flecha de bajada (selectiva en bajada) o subida (selectiva en subida)

El dispositivo de control de carga anula las órdenes de parada y recogida de nuevos pasajeros cuando la cabina está completamente ocupada.

Todos los pulsadores (tanto de cabina como de rellano) se iluminan cuando son accionados para indicar que la orden correspondiente ha sido registrada.

1.5.3 Maniobra selectiva en subida y bajada SIMPLEX para un ascensor

La maniobra selectiva en subida y bajada SIMPLEX es un sistema que permite al usuario llamar y detener el ascensor en una planta específica. Cuando el usuario presiona el botón de llamada en una planta determinada, la maniobra selectiva identifica si el ascensor está disponible por el peso de cabina y si se encuentra en la misma dirección de viaje. Si es así, el ascensor se detendrá en la planta solicitada. Para después proseguir el sentido de la marcha y solo parar en nuevas llamadas no alcanzadas en el mismo sentido hasta la más alta. Este sistema se usa en elevadores con pocas plantas porque si tuviese 15, cuando vuelva a bajar a las primeras tardaría mucho. Además, es recomendable una gran capacidad de carga.

Se considera más eficiente que la maniobra universal simplex. La maniobra selectiva en subida y bajada simplex se utiliza en elevadores para reducir el tiempo de espera y mejorar la eficiencia del servicio de ascensor. Lo único que también requiere un pequeño conocimiento del usuario a la otra de efectuar las llamadas, porque se debe pulsar el sentido en el que se quiere viajar, no los dos botones.

1.5.4 Maniobra selectiva en subida y bajada DUPLEX (dos ascensores)

La maniobra selectiva en subida y bajada duplex (dos ascensores) es un sistema de control que permite que dos o más ascensores funcionen juntos en un mismo recorrido, permitiendo asignar cada ascensor a una planta específica y permitir la selección de la dirección de movimiento. Este sistema se logra mediante el uso de una central de control y un mecanismo de selección en cada ascensor.

El funcionamiento consiste en que cuando un usuario pulsa un botón en una planta, la central de control determina cual es el ascensor más cercano a esa planta y lo asigna a la llamada. El ascensor acepta la llamada y se dirige hacia la planta seleccionada. Al mismo tiempo, la central de control informa al otro ascensor que no se debe mover a esa planta.

Los criterios que rigen el funcionamiento serían :

- Proximidad entre la llamada externa y la cabina
- Sentido de marcha de la cabina
- nivel de carga de la cabina (vacía, parcialmente ocupada o completa)

Este sistema permite una mayor eficiencia y mejora la calidad de servicio para los usuarios, ya que reduce el tiempo de espera y permite una mejor gestión del flujo de tráfico en el edificio. Sin embargo, también requiere un mayor nivel de mantenimiento y una infraestructura más compleja que un sistema simplex.

1.6 Normativas y regulaciones

Este capítulo se enfocará en las normativas que rigen las instalaciones de electricidad, obra y seguridad de los elevadores. Conocer las normas aplicables es esencial para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de los equipos, tanto para los usuarios como para los técnicos encargados del mantenimiento y reparación. Se abordarán las normativas y regulaciones más relevantes en el ámbito de los elevadores en general.

1.6.1 EN 81: Estándar Europeo para la seguridad de los ascensores

La (UNE-EN 81, 1977) es una normativa europea que regula la seguridad de los ascensores, incluyendo los ascensores particulares. Establece los requisitos mínimos de seguridad para la fabricación, instalación y puesta en servicio de los ascensores, con el objetivo de garantizar la seguridad de los usuarios y los trabajadores que manipulan o trabajan con los equipos. La norma (UNE-EN 81, 1977) incluye requisitos sobre la estructura, la tracción, los sistemas de control, la señalización, los frenos, los dispositivos de seguridad y las pruebas de seguridad. También aborda aspectos como la accesibilidad y la compatibilidad electromagnética. Esta normativa está ampliamente aceptada y se aplica en todos los países de la Unión Europea.

1.6.2 ISO 25745: Estándar Internacional para la seguridad de los ascensores

La norma (UNE-EN 81, 2010) es un estándar internacional que establece los requisitos para la seguridad de los ascensores. Esta norma abarca aspectos como la construcción, el diseño, la instalación y el funcionamiento de los ascensores. Se aplica a todos los tipos de ascensores, incluyendo ascensores residenciales, comerciales y de pasajeros. La norma se enfoca en la seguridad de los usuarios, incluyendo medidas de protección contra incendios, sistemas de control de la velocidad, detección de obstáculos, detección de fallos, entre otros. La norma (UNE-EN 81, 2010) es un requisito importante para garantizar la seguridad de los ascensores y asegurarse de que cumplan con los estándares internacionales de seguridad.

1.6.3 Reglamento de Instalaciones Elevadas de Trabajo (REIT): Regulación española para la seguridad de los ascensores

El Reglamento de Instalaciones Elevadas de Trabajo (REIT, 2008) es un conjunto de normas y regulaciones que establecen los requisitos para la construcción, regulan la ubicación, el número y tipo de ascensores que se pueden instalar en un edificio, instalación, uso y mantenimiento de las instalaciones elevadas de trabajo, incluidos los elevadores, para garantizar la seguridad de los trabajadores y los usuarios. El (REIT, 2008) abarca una amplia gama de aspectos, incluidos la selección de los materiales, la concepción y el diseño, la fabricación, la instalación, la puesta en servicio, la inspección, la prueba y el mantenimiento. También establece requisitos para la formación y la capacitación de los trabajadores, la señalización, la documentación y la marcación de los equipos. El objetivo principal de estas directrices es garantizar que las instalaciones elevadas de trabajo sean seguras, fiables y cumplan con los requisitos de seguridad adecuados.

1.6.4 Normas de diseño y construcción

Regulan las características técnicas y estéticas del elevador, tales como la altura y ancho de la cabina, la velocidad, la capacidad de carga, etc. En España, la normativa que regula el diseño de los huecos de ascensores en viviendas unifamiliares es la normativa UNE-EN 81-20 y 81-50. Estas normas establecen los requisitos de seguridad para la construcción y el diseño de los ascensores y sus componentes, incluyendo el hueco de ascensor. Estas normas incluyen requisitos para la dimensión y ubicación del hueco de ascensor, la protección de los obstáculos, la iluminación y los sistemas de señalización, entre otros. Es importante seguir estas normativas para garantizar la seguridad de los usuarios del ascensor.

- **La ((UNE–EN 81, 2014a)):**, es una norma europea que establece los requisitos de seguridad para la fabricación, instalación y mantenimiento de ascensores. Esta norma se aplica a todos los tipos de ascensores, incluyendo los ascensores para personas, ascensores de carga, ascensores de material, etc. La norma UNE-EN 81-20 incluye requisitos para la seguridad de la maquinaria, los controles, los dispositivos de protección, los sistemas de detección de obstáculos, los sistemas de frenado, la señalización y los sistemas de emergencia. Además, esta norma también establece los requisitos para la documentación y los registros de mantenimiento del ascensor.
- **La ((UNE–EN 81, 2014b)):** es una norma europea que establece los requisitos de seguridad para la fabricación, instalación y puesta en servicio de ascensores y elevadores, con el objetivo de garantizar la seguridad de los usuarios. La norma se aplica a los ascensores y elevadores en edificios residenciales, comerciales, públicos y industriales. La norma incluye requisitos para la construcción y los materiales utilizados, así como para la instalación, el mantenimiento, la inspección y la evaluación de la conformidad. La norma también se aplica a los componentes críticos de seguridad, incluidos los sistemas de frenos, las puertas, las luces de emergencia, los sistemas de comunicación y los dispositivos de detección de obstáculos.

1.6.5 Accesibilidad

- **La ((UNE–EN 81, 2014a)):** establece los requisitos para la accesibilidad y las prestaciones de los ascensores, incluyendo la accesibilidad para personas con discapacidad. La norma incluye requisitos específicos para la altura de los paneles de control, la anchura de las puertas, la inclinación de los suelos, la señalización de los botones, etc.
- **La ((UNE–EN 81, 2014b)):** por su parte, especifica los requisitos técnicos para la accesibilidad de las personas con discapacidad en los ascensores, incluyendo las dimensiones mínimas de la cabina y las puertas, el ancho de paso, la disposición de los controles y la señalización de los mismos, entre otros aspectos. En resumen, ambas normas tienen como objetivo garantizar que los ascensores sean accesibles y seguros para todos los usuarios, incluyendo a aquellos con discapacidad.

1.6.6 *Mantenimiento*

La norma (UNE-EN 81, 2014a) y la (UNE-EN 81, 2014b) establecen los requisitos para la seguridad de los ascensores y incluyen normas para la instalación, el uso y la inspección de los elevadores.

En cuanto al mantenimiento, estas normas establecen la necesidad de un programa de mantenimiento regular que incluya inspecciones y pruebas para garantizar el correcto funcionamiento y seguridad de los elevadores. Asimismo, estas normas requieren que los usuarios informen a los mantenedores cualquier defecto o problema en el elevador y que estos realicen reparaciones y ajustes necesarios para asegurar la seguridad.

Además, estas normas establecen los requisitos para la documentación y registro del mantenimiento, incluyendo la frecuencia de las inspecciones y los resultados de las mismas. Esto permite a los inspectores y reguladores evaluar el cumplimiento de las normas de seguridad y garantizar la protección de los usuarios del elevador.

1.6.7 *Legalización*

En España, para legalizar un ascensor particular hidráulico se deben seguir los siguientes pasos:

- **Proyecto:** se debe contratar a un técnico competente que realice el proyecto del ascensor, el cual debe cumplir con la normativa vigente, tanto en cuanto a seguridad como a accesibilidad.
- **Autorización administrativa:** se debe solicitar una autorización administrativa a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la comunidad autónoma correspondiente, presentando el proyecto y la documentación necesaria.
- **Inspección técnica:** una vez que se tiene la autorización administrativa, se debe realizar una inspección técnica para comprobar que el ascensor cumple con la normativa y con lo establecido en el proyecto.
- **Instalación:** tras la inspección técnica, se puede proceder a la instalación del ascensor por parte de una empresa instaladora autorizada.
- **Pruebas de seguridad:** una vez instalado, se deben realizar pruebas de seguridad para comprobar que el ascensor cumple con los requisitos establecidos en la normativa.
- **Pruebas y ajustes:** Se realizan pruebas de funcionamiento del elevador, incluyendo pruebas de carga, de velocidad y de seguridad. Se ajustan los parámetros del elevador según las especificaciones del fabricante.
- **Legalización:** una vez que el ascensor ha pasado la inspección y el control de calidad, se puede proceder a su legalización. Para ello, se debe presentar la documentación

necesaria ante el ayuntamiento de Valencia y la Conselleria de Industria, Comercio e Innovación de la Generalitat Valenciana.

1.7 Normativa referente a instalaciones con placas electrónicas

En España, las placas electrónicas y otros componentes utilizados en ascensores están regulados principalmente por la normativa técnica española y europea. Una de las normas más relevantes es la Norma UNE-EN 81, que establece requisitos específicos para la seguridad y el funcionamiento de los ascensores y sus componentes, incluidas las placas electrónicas.

A continuación, se presentan algunos aspectos clave de la normativa relacionada con las placas electrónicas en ascensores en España:

Norma UNE-EN 81-1/2: Esta norma establece los requisitos de seguridad para la construcción y la instalación de ascensores eléctricos y de tracción. En cuanto a las placas electrónicas, la norma puede incluir requisitos para su diseño, instalación y funcionamiento seguro.

Norma UNE-EN 12015/12016: Estas normas definen los requisitos para la verificación y el control de los componentes electrónicos utilizados en ascensores, lo que incluye las placas electrónicas. Esto garantiza que los componentes cumplan con ciertos estándares de calidad y seguridad.

Norma UNE-EN 81-28: Esta norma se enfoca en la seguridad de los ascensores durante una emergencia y puede incluir requisitos para los sistemas de comunicación utilizados en ascensores, que pueden requerir placas electrónicas de comunicación. También se centra en las funciones de alarma y comunicación en caso de emergencia.

Norma UNE-EN 81-70: Esta norma se ocupa de la accesibilidad de los ascensores para personas con discapacidad y define requisitos para elementos como los botones, las señales visuales y auditivas, que pueden requerir placas electrónicas.

Es fundamental consultar la normativa específica vigente en España y la normativa europea aplicable antes de instalar placas electrónicas o realizar modificaciones en un ascensor. Esto garantiza que el ascensor cumpla con los estándares de seguridad y funcione de manera adecuada. Además, es importante contar con profesionales cualificados y certificados para llevar a cabo cualquier trabajo relacionado con ascensores y sus componentes electrónicos.

1.8 Evaluación de la viabilidad de la instalación

Se requiere una instalación de un ascensor, sin barreras arquitectónicas, para minusválidos en la calle Sant Tomás de Aquino 10 de Algemesí. La casa en cuestión tiene las siguientes características catastrales.

Concepto	Datos
Referencia catastral	1508421YJ2410N0001RL
Localización	CL SANT TOMAS 10 46680 ALGEMESI (VALENCIA)
Clase	Urbano
Uso principal	Residencial
Superficie gráfica	193 m ²
Superficie construida	341 m ²
Año construcción	1975

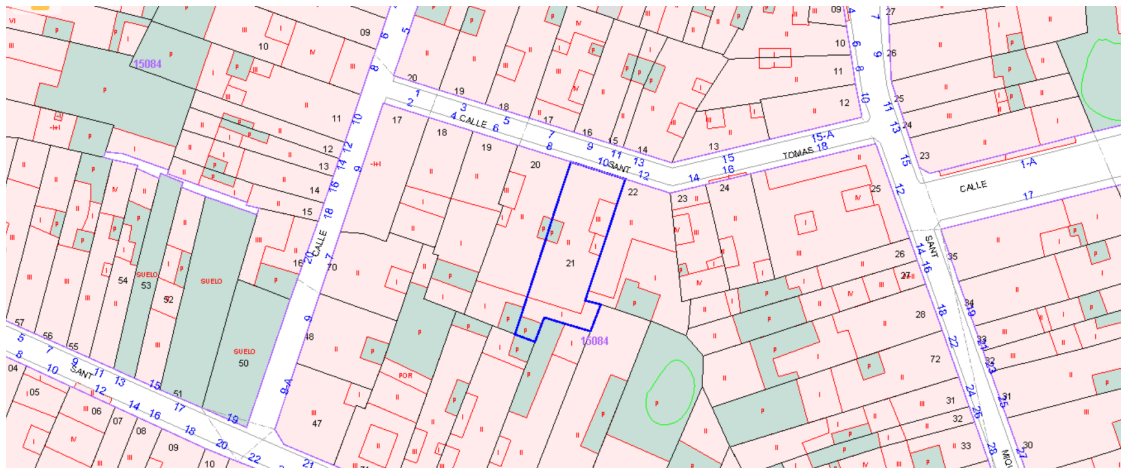


Figura 1.9: Referencia catastral del inmueble

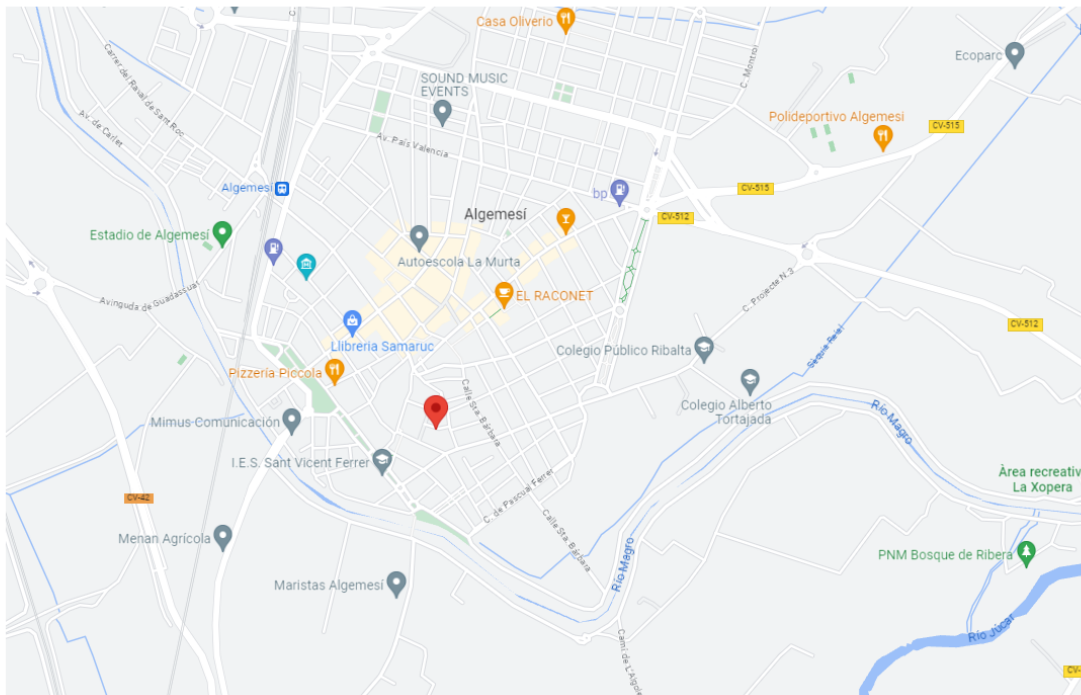


Figura 1.10: Situación en la ciudad

Espacio disponible: El hecho de que haya espacio suficiente para instalar el ascensor en un terreno que tiene la casa de 192 metros cuadrados, es una ventaja significativa. Es importante evaluar las dimensiones disponibles y asegurarse de que cumplan con los requisitos técnicos y normativas establecidas para la instalación de un ascensor hidráulico. Que eso se tendrá en cuenta para la creación del hueco. También, en la terraza, hay espacio para tener la huida necesaria para instalaciones, aunque un hidráulico no requiere más de metro y medio.

Necesidades y beneficios: La altura de la primera planta y la conveniencia de tener un ascensor en la casa particular sugieren una necesidad potencial para facilitar el transporte de carga pesada, como las compras, y para brindar accesibilidad a personas con movilidad reducida o mayores. Estos factores aumentan la utilidad y el valor percibido de la vivienda.

Viabilidad económica: La instalación de un ascensor hidráulico es un proyecto que conlleva costos asociados, incluyendo el equipo, la obra civil, la instalación y el mantenimiento. Se realizará un análisis de costos, pero la viabilidad del proyecto se observa en que hay espacio de sobra y se hará junto a un proyecto de reforma, que reducirá algunos costos en la construcción del hueco y derribos.

Normativas y permisos: Es fundamental investigar y asegurarse de cumplir con las normativas locales, municipales y de seguridad aplicables a la instalación de ascensores en

viviendas particulares. Esto incluye obtener los permisos necesarios y cumplir con los requisitos de seguridad establecidos para garantizar una instalación legal y segura.

La evaluación inicial sugiere que la instalación del ascensor hidráulico en la vivienda particular es viable y podría proporcionar beneficios significativos, tanto en términos de comodidad y accesibilidad como en la valoración de la propiedad.

1.9 Dimensionamiento y selección adecuada del ascensor

- **Cálculo de la capacidad de carga:** Para determinar la capacidad de carga del ascensor, se debe considerar el peso máximo que el ascensor debe ser capaz de transportar. En este caso, teniendo en cuenta una vivienda particular, se puede estimar una carga máxima de 250 kg, porque si contamos con un discapacitado el ascensor en tablas inmediatamente superior es el de 350 kg de carga (considerando la posibilidad de transporte de una silla de ruedas y un acompañante). Que pasaría a ser de 4 personas.
- **Determinación de la velocidad de desplazamiento:** la velocidad de desplazamiento del ascensor es de 0,15 m/seg. Esta velocidad es adecuada para una vivienda particular y proporciona un desplazamiento suave y seguro. No hay que servir a 4 plantas y dos pisos por planta. Solo hay que salvar una planta y una familia. También el motor es de 2,2 kW, unos 3 CV de potencia, lo cual se puede absorber en una red doméstica.
- **Cálculo del tamaño del hueco:** El hueco del ascensor se establece en 1550 mm por 1550 mm, lo cual cumple con los estándares de espacio necesario para el ascensor hidráulico y permite el acceso cómodo de una silla de ruedas y un acompañante o para 4 personas.
- **Selección del fabricante y modelo:** En este caso, se menciona el fabricante RALOE, y su ascensor *HIDRAULICO ARMONY*. Se ha tenido en cuenta la reputación del fabricante, la calidad de sus productos, la disponibilidad de servicio técnico y repuestos, así como su cumplimiento con las normativas y regulaciones aplicables. Ofrece un acabado completo en cuanto a la cabina. La maniobra que viene premontada, es configurable para el tipo de puertas que se desee, renivelación automática, sistema de bajada por fallo eléctrico, reenvío a planta, reset automático, señales de hueco mediante imán, temporizado de luz de cabina y botonera para la revisión desde hueco. Además, una central hidráulica con válvulas progresivas, bomba manual para subida de emergencia, pulsador de bajada de emergencia, presostato de exceso de carga, manómetro de comprobación de presión, indicador de nivel de aceite y llave de corte.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- ARMONY DE RALOE
- Ascensor hidráulico de baja velocidad, **0,15 m/seg.**
- Grupo de válvulas de **2 velocidades**
- Carga útil de **385 kg**
- Capacidad para **4 personas**
- Potencia de **2,2 Kw (3CV)**
- Foso mínimo de **135 mm**
- Con 4 cables tracción de **8 mm**
- Guía tipo **T82/9**
- Ancho de cabina **1270 mm**

1.10 Estudio de los requerimientos espaciales y estructurales para la instalación

1.10.1 A. Planificación y organización de la obra

Primero que nada, para la situación del hueco hay que hacer una obra en la vivienda particular. Nos encontramos que hay una habitación en la planta baja de un cuarto, con instalación de luz y agua justo donde, por lo normal, se encuentra el hueco del ascensor, al lado de la escalera. Este mismo cuarto hay que derribar parte de una pared, además de cambiar las instalaciones de luz y agua que se hicieron para habilitar el mismo de ducha, baño y lo necesario para vivir en la planta baja.

En la imagen se puede observar como la parte derecha del hueco, invade parcialmente esta habitación.

También, hay una viga, parte de la estructura principal de la casa, que tiene que ser salvada, dejando a la parte izquierda del hueco, un espacio de 1,73m por 20cm de ancho. Esto se va a eliminar porque sería un hueco inservible. Que el hueco se desplace unos centímetros para poder subir hasta arriba no es problema, porque no se tiene que acceder al rellano, sino al pasillo de la vivienda superior.

Además en la pared misma de este hueco hay una instalación de un cuadro eléctrico, entrada de agua principal y un pequeño lavadero que se tiene que quitar. Trasladar la entrada de agua a otro punto, lo cual no es problema porque la normativa vigente exige

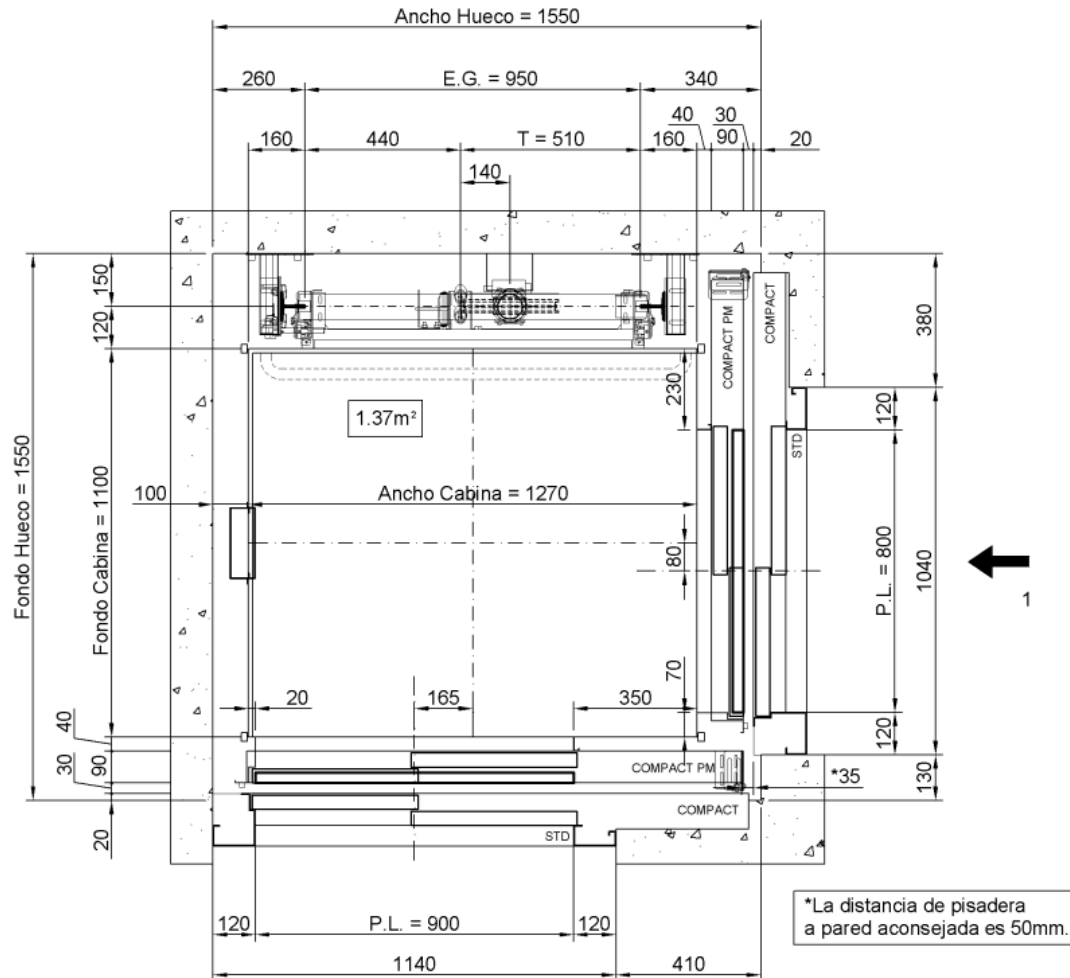


Figura 1.11: Medidas especificadas

que el contador esté visible a la parte de fuera, lo que obliga a hacer una instalación de arqueta exterior y aprovechando el paso, una nueva posición de la llave.

Todo esto se debe, porque se realizó una instalación y adaptación de la vivienda de bajo a una persona mayor, con silla de ruedas. No se reparó en que podría ser el hueco del ascensor y se entorpeció al máximo.

Se optará por dejar toda la parte de bajo de la escalera, en la entrada, para poner aquí el cuarto de máquinas, cerrado con una reja, lo cual será accesible para el técnico, con espacio suficiente para su manejo, limpieza por parte del propietario y dará un aspecto industrial a la decoración de abajo, que es lo que se pretende en un futuro.

Al ascensor se le instalarán las puertas automáticas a 90 grados. Esto dará paso a la entrada principal de la casa. La entrada a la vivienda de personas con discapacidad, será por el garaje, porque este ya tiene una rampa de acceso, debido a que la entrada tiene dos pequeños escalones en altura. Además la apertura de la puerta del garaje es automática, tiene fácil acceso y la puerta del ascensor está en cota cero. El ascensor se encuentra a

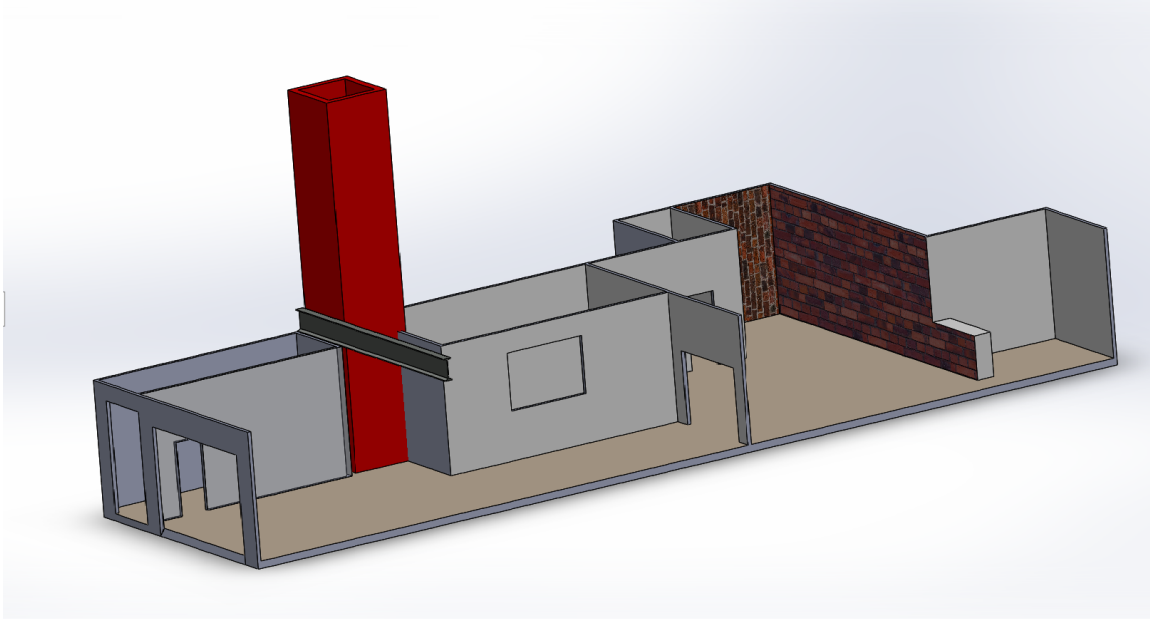


Figura 1.12: Expresión de donde se necesita el hueco y que partes solapa

una distancia igual que de la escalera, que no tiene que ir a la parte de detrás ni salvar mas barreras arquitectónicas.

La salida del ascensor en la primera planta, da al mismo pasillo de entrada que da la escalera. Esto también tiene una explicación, las puertas no son herméticas y aislantes y se quiere conservar todos los puentes térmicos correctamente. Económicamente es mejor poner dos puertas de cabina, que ponerlas de cristal o de otros materiales aislantes.

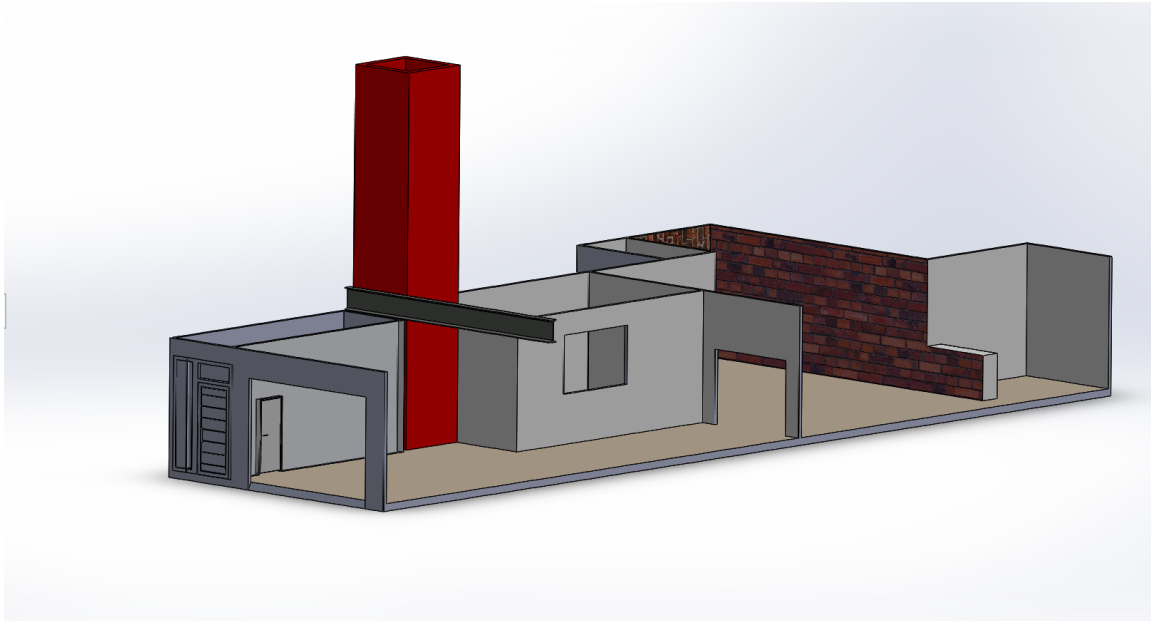


Figura 1.13: Huevo con la obra necesaria

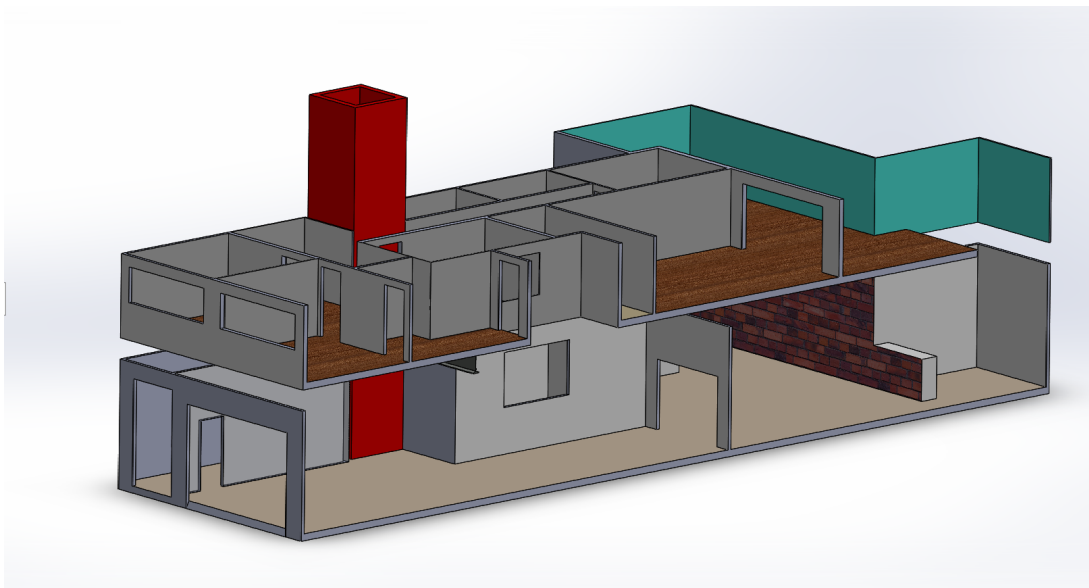


Figura 1.15: Espacio para el hueco resultante con los dos pisos juntos

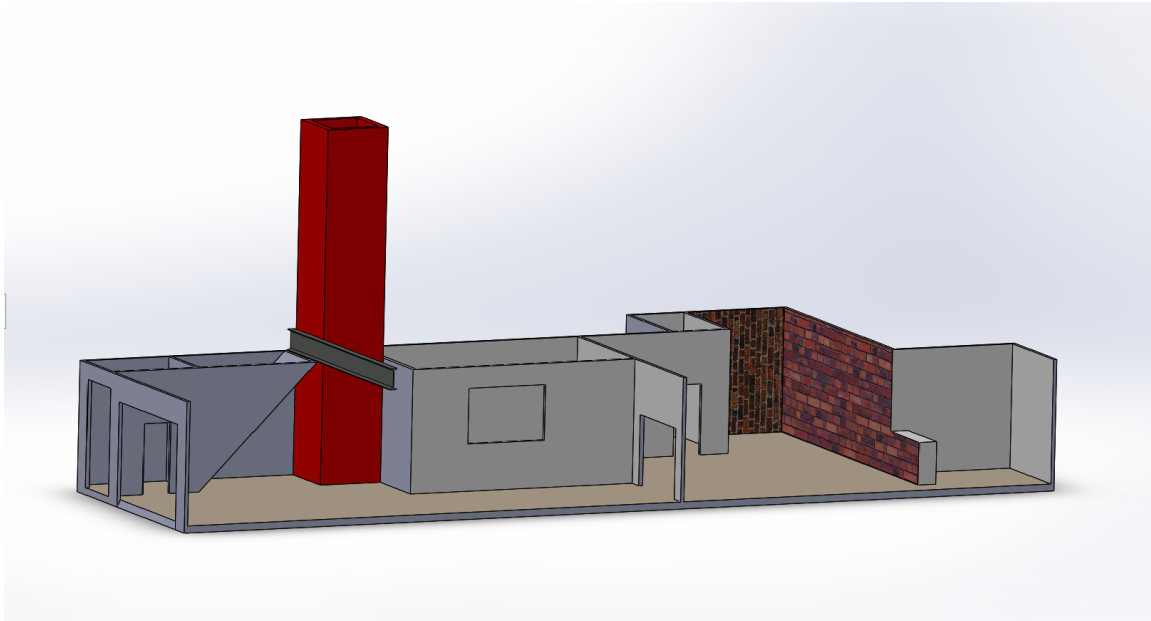


Figura 1.14: Obra necesaria para el cuarto de máquinas

1.10.2 Presupuesto de obra

La estimación que se hace a la obra tiene una duración de 7 días laborales. Se contarán algunas horas del oficial para dirigir a los peones y cual será su trabajo a realizar. Se estiman unos 40 metros cuadrados de construcción.

La obra no incluye ningún tipo de estructura metálica porque la casa puede cubrir los 2285mm que necesita para la huida. La parte de arriba del hueco, da a un patio de luces que solo tiene falso techo. Esto se quitará para construir, apoyado sobre la misma pared del hueco, el techo que lo cubrirá.

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Total
Derribo (El propietario)	25 m ²	N/A	N/A
Construcción del hueco (40 m ²)	40 m ²	15€	600 €
Peón (7 días)	56 h	12€	672 €
Peón 2 (7 días)	56 h	12€	672 €
Oficial	36 h	16	576 €
Acabado en lucido cemento	40 m ²	12 €	480 €
Total de la obra	–	–	2400 €

Con esto, ya pueden entrar los montadores a montar el ascensor hidráulico. Dejarán una parte del hueco abierta completamente, sin hacer nada del tabiquillo, porque cuando se precise montar las puertas, se hará en compañía de montadores y obreros.

1.10.3 Montaje

El montaje del sistema se llevará a cabo por una empresa externa especializada en ascensores y sistemas de elevación. Esta elección se basa en la necesidad de garantizar que el proceso se realice de manera segura y cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad.

Durante los primeros 6 meses posteriores a la instalación, se realizará un seguimiento constante del funcionamiento del ascensor. Este período es crítico para asegurarse de que el sistema esté operando de manera óptima, sin ningún tipo de problemas o incidencias. La prioridad en esta etapa es garantizar que el ascensor sea seguro y fiable para su uso.

La empresa instaladora también elaborará un protocolo de montaje detallado que verificará que todas las especificaciones técnicas y de seguridad se cumplan correctamente. Esto incluirá la revisión de todos los componentes, incluidas las placas electrónicas y los sistemas de detección, para asegurarse de que estén en perfecto estado de funcionamiento.

Una vez que se confirme que el ascensor opera de manera óptima y cumple con todos los estándares de seguridad, se procederá a su legalización. Este proceso implica obtener todos los permisos y certificaciones necesarios de acuerdo con las regulaciones y normativas aplicables en España y la Unión Europea.

Después de la legalización, el ascensor entrará en la fase de mantenimiento preventivo y correctivo. La empresa instaladora, o una empresa de mantenimiento especializada, se encargará de realizar inspecciones periódicas, ajustes y reparaciones necesarios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo. Esto incluirá la verificación de las placas electrónicas y otros componentes electrónicos para asegurarse de que continúen operando sin problemas.

1.10.4 Visita a la instalación

Durante el proceso de montaje y, especialmente, al finalizar cada etapa importante de la instalación del ascensor, se programarán visitas a la obra. Estas visitas son cruciales tanto para el cumplimiento del PLAN SYS (Plan de Seguridad y Salud) como para supervisar y verificar el progreso de la instalación.

Durante estas visitas, se llevará a cabo una inspección minuciosa para asegurarse de que cada componente se ha instalado de acuerdo con las especificaciones técnicas y las regulaciones de seguridad. Esto incluirá una revisión detallada de las placas electrónicas y otros sistemas electrónicos para garantizar que estén correctamente conectados y funcionando como se espera.

Además, durante estas visitas, se tomarán fotografías de la instalación en su estado actual. Estas imágenes se almacenarán en un sistema de registro y documentación para su posterior referencia. Las fotos servirán como un valioso recurso en caso de que sea necesario realizar un seguimiento, recordatorio o diagnóstico de averías en el futuro. También ayudarán a documentar el modelo exacto del aparato, la configuración y otros detalles relevantes para el mantenimiento y las futuras reparaciones.

Las visitas a la obra y la documentación fotográfica son parte integral del proceso de instalación y garantizan que se cumplan los estándares de seguridad y calidad. También proporcionan un registro útil para futuras necesidades de mantenimiento y servicio técnico.



Figura 1.16: Imagen de la instalación



Figura 1.17: Imagen de la instalación



Figura 1.18: Imagen de la instalación



Figura 1.19: Imagen de la instalación

1.11 Gestión de residuos

El Estudio de Residuos es una parte crucial en la planificación de cualquier proyecto de construcción o instalaciones ya que permite identificar, caracterizar y gestionar adecuadamente los residuos generados durante la ejecución de la obra. Su objetivo principal es minimizar el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles en la gestión de los desechos, favoreciendo la reutilización, reciclaje y, en última instancia, la reducción de la cantidad de residuos que llegan a los vertederos.

Identificación de los tipos de residuos: Hay que tener claro una lista exhaustiva de los diferentes tipos de residuos que se generarán durante el proyecto. En el caso específico del elevador hidráulico en la Calle Sant Tomás d´Aquino 10, algunos ejemplos pueden incluir residuos de taco químico, escombros (concreto, ladrillos, etc.), cable eléctrico, cartón, maderas, hierros y otros materiales de construcción.

Clasificación y caracterización de los residuos: También hay que clasificar cada tipo de residuo en función de su composición y características físicas y químicas. Esto permitirá establecer las pautas adecuadas para su manejo y tratamiento. Por ejemplo, algunos residuos podrían ser peligrosos (como los químicos) y requerirían un manejo especial, a la vez que saber donde hay que desecharlos.

Estimación de cantidades: Determina la cantidad aproximada de cada tipo de residuo que se generará durante el proyecto. Esta estimación es importante para planificar los recursos necesarios para su adecuada gestión y para cumplir con los requisitos legales. Por ejemplo, si la empresa constructora se puede hacer cargo, normalmente tienen una gestión de cantidades mayores, como en contenedores. En este caso, el particular se encarga del derribo, que ara uso de la instalaciones del ECOPARC de Algemés o ciudades cercanas y con un máximo diario por persona.

Evaluación de opciones de manejo: Examina las posibles opciones para el manejo de cada tipo de residuo. Esto puede incluir reutilización en el sitio, reciclaje, donación a organizaciones benéficas, tratamiento y disposición en vertederos autorizados. También hay empresas que en sus instalaciones deben tener para poder reciclar todos los residuos químicos, peligrosos o que puedan contaminar.

Prevención y reducción de residuos: Proporciona estrategias para minimizar la generación de residuos siempre que sea posible. Por ejemplo, se podría optar por comprar materiales en tamaños y cantidades adecuadas para reducir los desperdicios. O pautas para su utilización como es debido.

Plan de gestión de residuos: Desarrolla un plan detallado que describa cómo se recogerán, clasificarán, almacenarán y transportarán los residuos. Es importante asegurarse de que se cumplan las normativas y regulaciones locales y nacionales relacionadas con el manejo de desechos. Se tendrá en cuenta lugares en la misma vivienda particular y como transportarlos después a los contenedores pertinentes.

Responsabilidades y roles: Define las responsabilidades de cada parte involucrada en la gestión de residuos, incluyendo el contratista principal, subcontratistas y proveedores. Esto garantizará que cada entidad sea consciente de sus obligaciones y contribuya al manejo responsable de los residuos.

Capacitación y sensibilización: Proporciona programas de capacitación para el personal involucrado en la obra e instalación del ascensor, para que estén conscientes de la importancia de una correcta gestión de residuos y sepan cómo implementar las medidas establecidas en el plan. Con esto, poco a poco, sabrá mas gente como gestionar toda esta cantidad de residuos.

Seguimiento y revisión: Establece un sistema de seguimiento para evaluar la efectividad del plan de gestión de residuos y realiza revisiones periódicas para identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario. Hay que hacer visitas a la obra para revisiones de la misma y además para el cumplimiento de normativa, si es necesario no avisar de la asistencia o de lo contrario tener que ir todos los días.

1.12 Plan de seguridad y salud

El Plan de Seguridad y Salud es un documento fundamental en cualquier proyecto de construcción, incluyendo la instalación de un elevador hidráulico. Su objetivo principal es garantizar la seguridad y protección de los trabajadores, usuarios y cualquier persona involucrada en el desarrollo de la obra. Ha día de hoy, hay personas encargadas solamente, de que la prevención este al dia y que todos los papeles estan en regla. Muchas empresas ya no trabajan con empresas que no estén a la altura en materia de prevención. La obra, trabajos en altura como es el montaje de un ascensor y trabajos con electricidad, son labores que ya no se pasan por alto, ni en las empresas ni por los organismos de regulación. Hay mucha normativa que tener en cuenta para realizar todo con la normativa vigente. A continuación citaré gran parte de todas ellas.

Identificación del proyecto: Describe la obra en detalle, incluyendo la ubicación (Calle Sant Tomás d´Aquino 10, Algemés), el tipo de construcción (instalación de elevador hidráulico), y la duración prevista del proyecto. No debe quedar duda de donde se localiza el centro de trabajo.

Responsabilidades: Especifica quiénes son los responsables de la coordinación de la seguridad y salud en la obra. Esto puede incluir al contratista, subcontratistas y otros actores involucrados. Para este caso, hay una empresa constructora que se encarga de la demolición, otra del montaje del ascensor, con el módulo de pulsador asistido y un protocolo externo, que es una OCA para su legalización.

Evaluación de riesgos: Realiza un análisis completo de los posibles riesgos asociados al proyecto. Identifica los peligros potenciales y evalúa las medidas necesarias para prevenir accidentes y minimizar los riesgos. Para estas labores hay técnicos de prevención que han de valorar el centro de trabajo, antes de empezar la obra.

Medidas de prevención y protección: Proporciona una lista detallada de las medidas que se implementarán para garantizar la seguridad en la obra. Esto puede incluir el uso de equipos de protección personal (EPP), sistemas de protección contra caídas, señalización, etc.

Plan de emergencia: Describe el plan de acción en caso de emergencias, como incendios, derrumbes u otros accidentes graves. Incluye la ubicación de salidas de emergencia, equipos contra incendios, procedimientos de evacuación y los números de contacto de servicios de emergencia.

Formación y capacitación: Detalla los programas de formación que se llevarán a cabo para asegurar que todos los trabajadores estén conscientes de los riesgos y sepan cómo actuar en situaciones de emergencia.

Coordinación con otros agentes: Si hay otros proyectos cercanos o actividades en curso, es importante coordinar con los responsables de esos proyectos para prevenir conflictos y asegurar una ejecución segura y fluida.

Documentación y registros: Establece el sistema para mantener la documentación y registros pertinentes, como reportes de inspecciones, incidentes ocurridos, capacitaciones realizadas, entre otros.

Evaluación y seguimiento: Establece la frecuencia y los procedimientos para llevar a cabo inspecciones y revisiones de seguridad en la obra. También, define cómo se evaluará la eficacia de las medidas de seguridad implementadas. Por lo que sin previo aviso, el técnico de prevención puede ir a revisar el cumplimiento de la normativa.

La normativa que se añade a este plan de seguridad y salud, para la gestión de obra y montaje del ascensor hidráulico, se han hecho referencia en el proyecto de plan de seguridad y salud y se nombrarán también en la bibliografía del mismo proyecto.

(Ministerio de la presidencia, [2010b](#)) Modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio. Orden IET/1946/2013. BOE 18/11/2010

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, [1997a](#)) Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. BOE 24/04/2010

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, [2010b](#)). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Modifica: R.D.39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; R.D.1109/2007, que desarrolla la Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R.D.1627/1997, seguridad y salud en obras de construcción BOE 23/03/2010

(Ministerio de la presidencia, [2010a](#)) Modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los

riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE 26/03/2009

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2010a) Modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 14/03/2009

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2009) Modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada. BOE 07/03/2009

REAL DECRETO 1109/2007. 24/08/2007. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. Modifica el R.D. 1627/1997 (Seguridad y salud en obras de construcción). *Modificado por R.D.327/2009 y por R.D. 337/2010 BOE 25/08/2007

(Dirección general de trabajo, 2007) Dirección General de Trabajo IV Convenio colectivo general del sector de la construcción. Libro II, Título IV: Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en las obras de construcción. Ver Libro II, Título IV: Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en las obras de construcción. *De aplicación en todo el territorio español. BOE 17/08/2007

(Jefatura de estado, 2006). Jefatura del Estado, Ley reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción. Desarrollada por R.D. 1109/2007. *Modificada por Ley 25/2009. BOE 19/10/2006 Plan de Seguridad y Salud.

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2006a). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Modifica el Real Decreto 39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/05/2006

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2006b). Ministerio de la Presidencia Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. Ver tb. R.D. 665/1997. Deroga Orden 31-10-84 y modificaciones. BOE 11/04/2006

(Ministerio de presidencia, 2006) Ministerio de la Presidencia Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE 11/03/2006

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 2005). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Modificado por R.D. 330/2009. BOE 05/11/2005

(Ministerio de presidencia, 2004b). Ministerio de la Presidencia Modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad

y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. Modifica también: R.D. 486/1997 y R.D. 1627/1997.*Para andamios y otros, Guía Técnica INSHT. BOE 13/11/2004

(Jefatura de Estado, [2003](#)) Jefatura del Estado Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Modifica la Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales BOE 13/12/2003.

Real Decreto 842/2002. 2/08/2002. Ministerio de Ciencia y Tecnología y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-52. Reglamento electrotécnico para baja tensión. DEROGA el Reglamento aprobado por Decreto 2413/1973, BOE-A-1973-1397. BOE-A-2002-18099

(Ministerio de presidencia, [2001b](#)). Ministerio de la Presidencia Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. Normas básicas de protección radiológica, para trabajadores y público expuestos. Modificado por R.D. 1439/2010. Ver también Orden IET/1946/2013. BOE 26/07/2001.

(Ministerio de presidencia, [2001a](#)) Ministerio de la Presidencia Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. DEROGA el capítulo VI del Título II de la ordenanza aprobada por BOE-A-1971-380. BOE nº 148 21/06/2001

(Ministerio de asuntos sociales, [1998a](#)) Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Modifica el R.D.39/97, de 17 de enero, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales. Modifica los plazos para el cumplimiento del R.D. 39/97. BOE 01/05/1998

(Ministerio de asuntos sociales, [1998b](#)) Ministerio de la Presidencia Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Obliga al Estudio de Seguridad y Salud en determinados proyectos. Modificado por: R.D. 2177/2004,R.D. 604/2006, R.D. 1109/2007, R.D. 337/2010. *Para andamios y otros, ver Guía Técnica del INSHT. BOE 25/10/1997

(Ministerio de industria y energía, [1997](#)). Ministerio de Industria y Energía disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. Modificado por Real Decreto Real Decreto 1644/2008. *Derogada por Real Decreto 203/2016. BOE 07/08/1997.

(Ministerio de presidencia, [2004a](#)) Ministerio de la Presidencia Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. Modificado por Real Decreto 2177/2004. BOE 07/08/1997

(Ministerio de presidencia, [1997](#)) Ministerio de la Presidencia Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE 12/06/1997

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 1997a) Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Modificado por Real Decreto 2177/04. BOE 23/04/1997

(Presidencia del gobierno, 1997) Presidencia de Gobierno Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Deroga el R.D.1403/1986.*Modificado por el RD 598/2015. BOE 23/04/1997

(Ministerio de trabajo y asuntos sociales, 1997b) Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorsolumbares para los trabajadores. BOE 23/04/1997

REAL DECRETO 413/1997. 21/03/1997. Ministerio de la Presidencia Protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada. BOE 16/04/1997

REAL DECRETO 39/1997. 17/01/1997. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales. Modificado por: R.D. 780/1998, R.D. 604/2006, R.D. 298/2009, R.D. 337/2010, RD 598/2015 y RD899/2015. BOE 31/01/1997

(empty citation)LEY 31/1995. 08/11/1995. Jefatura del Estado. Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Desarrollada por varios R.D. *Modificada por Ley 54/2003 y por Ley 25/2009. BOE 10/11/1995 Real Decreto 2291/1985. 08/11/1985. Ministerio de Industria y Energía

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos. Se deroga el art. 10 y aprueba la Instrucción técnica ITC MIE-AEM 1, por Real Decreto 88/2013. BOE-A-1985-25787

1.13 Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de metas globales diseñadas para abordar los desafíos más grandes que enfrenta nuestra sociedad mundial, desde la erradicación de la pobreza hasta la protección del medio ambiente y la promoción de la igualdad. Los ODS fueron adoptados por las Naciones Unidas en septiembre de 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y han sido ampliamente aceptados y adoptados por países, organizaciones y comunidades en todo el mundo.

En el contexto de la Unión Europea (UE), los ODS desempeñan un papel crucial en la promoción de un futuro más sostenible y equitativo para sus ciudadanos y para el mundo en general. La UE ha asumido un compromiso sólido con la implementación de los ODS, reconociendo su importancia en áreas clave como la igualdad de género, la salud, la educación, la innovación, la acción climática y la justicia social.

Los ODS son esenciales para la UE porque:

Guián la Política y la Acción: Los ODS sirven como un marco claro para la formulación de políticas y la toma de decisiones en la UE. Ayudan a priorizar áreas de acción y a dirigir los recursos hacia proyectos que tengan un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

Fomentan la Cooperación Internacional: Los desafíos globales, como el cambio climático y la pobreza, requieren soluciones globales. La UE trabaja en colaboración con otros países y regiones para lograr los ODS y abordar problemas que trascienden las fronteras.

Mejoran la Calidad de Vida: Los ODS se centran en mejorar la calidad de vida de las personas y en garantizar que nadie se quede atrás. Esto significa que la UE está comprometida en abordar cuestiones fundamentales como la igualdad, la justicia y el bienestar.

Promueven la Sostenibilidad: La UE busca un desarrollo que sea sostenible a largo plazo y respetuoso con el medio ambiente. Los ODS impulsan la transición hacia una economía y una sociedad más sostenibles.

En resumen, los Objetivos de Desarrollo Sostenible son una hoja de ruta esencial para la UE y el mundo en su conjunto, ya que nos instan a trabajar juntos para construir un futuro mejor y más equitativo para todos.

1.14 Partes del proyecto que contribuyen a las ODS

Este proyecto es parte de una integración de bajo coste para un elevador, una máquina que vive continuamente en nuestro entorno, en la que logramos ser mas equitativos con personas con dificultades musculoesqueléticas, no pagamos un alto precio por ello y además da a conocer las barreras de interacción, lo cual promueve la eliminación de las mismas en otros ambitos.

- ODS 3: Salud y Bienestar: Ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas con enfermedades musculoesqueléticas o degenerativas al proporcionarles una forma más accesible de interacción con los dispositivos electrónicos que nos rodean.
- ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura: Al utilizar tecnologías de visión artificial y hardware como la Raspberry Pi, este proyecto fomenta la innovación y el desarrollo de soluciones tecnológicas para mejorar la accesibilidad y la vida de las personas con discapacidad.
- ODS 10: Reducción de las Desigualdades: Contribuye a reducir la brecha de desigualdad al ofrecer a las personas con discapacidades una herramienta que les permite participar más activamente en la sociedad y acceder a servicios esenciales, como el transporte público.]

- ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles: Facilita la creación de entornos urbanos más inclusivos y accesibles al hacer que los ascensores sean más fáciles de usar para personas con discapacidad, promoviendo así comunidades más sostenibles y equitativas.
- ODS 17: Alianzas para lograr los Objetivos: este proyecto podría ser una base para colaboraciones entre organizaciones gubernamentales, empresas y la sociedad civil para mejorar la accesibilidad en la UE, como se hizo con la çota 0".

2 Módulo de pulsador asistido

En esta sección vamos a analizar desde cómo hay que preparar el script para el entrenamiento de las manos del pasajero, el conexionado de las placas entre si para su funcionamiento y dónde hay que conectar las salidas de los relés en la maniobra del ascensor.

2.1 Introducción de redes neuronales convolucionales.

Las redes neuronales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) son un tipo de modelo de aprendizaje profundo diseñado específicamente para el procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones. Inspiradas en la organización del sistema visual biológico, las CNN han revolucionado el campo de la visión por computadora y se han convertido en una herramienta fundamental en diversas aplicaciones relacionadas con el análisis y comprensión de imágenes.

A diferencia de las redes neuronales tradicionales, las CNN se caracterizan por su capacidad para aprender y extraer automáticamente características relevantes de las imágenes, sin necesidad de una ingeniería de características manual, es decir, no es necesario que una persona esté actuando para marcar qué es lo que hay que encuadrar. Esta capacidad es posible gracias al uso de capas convolucionales y de agrupación, que permiten detectar patrones locales en la imagen y realizar una representación jerárquica de las características.

Las CNN han demostrado su utilidad en una amplia gama de tareas relacionadas con el procesamiento de imágenes, como clasificación de objetos, detección de objetos, segmentación semántica, reconocimiento facial, entre otras. Su capacidad para capturar patrones visuales complejos y generalizar a partir de datos de entrenamiento limitados las convierte en una herramienta invaluable en campos como la visión artificial, la medicina, la conducción autónoma y la seguridad.

2.2 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel y de propósito general que se ha vuelto extremadamente popular en la comunidad de desarrolladores en los últimos años. Creado por Guido van Rossum a fines de la década de 1980, Python se caracteriza por su diseño elegante, su sintaxis clara y legible, y su enfoque en la simplicidad y la facilidad de uso.

Una de las razones principales detrás del éxito de Python es su filosofía de "baterías incluidas". Esto significa que el lenguaje proporciona una amplia gama de bibliotecas estándar y módulos adicionales que cubren prácticamente todas las necesidades de desarrollo, desde el manejo de archivos y el acceso a bases de datos hasta el desarrollo web y el aprendizaje automático.

Python es conocido por su enfoque en la legibilidad del código, lo que lo convierte en un lenguaje ideal tanto para principiantes como para programadores experimentados. La sintaxis clara y concisa de Python permite escribir programas de manera más rápida y eficiente, reduciendo la posibilidad de errores y facilitando el mantenimiento del código a lo largo del tiempo.

Además, Python es un lenguaje altamente portátil, lo que significa que los programas escritos en Python pueden ejecutarse en una amplia variedad de plataformas y sistemas operativos, incluidos Windows, macOS y Linux. Esta portabilidad ha contribuido a la amplia adopción de Python en diversos campos, desde el desarrollo web y la ciencia de datos hasta la inteligencia artificial y la automatización de tareas.

2.2.1 *Pycharm*

PyCharm es un entorno de desarrollo integrado (IDE) diseñado para el desarrollo en Python. Con características intuitivas y herramientas avanzadas, PyCharm mejora la productividad y facilita la escritura, depuración y mantenimiento de código Python. Es ampliamente utilizado por desarrolladores de Python debido a su interfaz amigable, su capacidad de gestión de proyectos y su integración con frameworks populares. PyCharm ofrece una solución completa para el desarrollo eficiente en Python.

2.2.2 *TensorFlow*

Una de las bibliotecas más destacadas y ampliamente utilizadas en el desarrollo de redes neuronales convolucionales (CNN) es TensorFlow. TensorFlow es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google que se ha convertido en un estándar en el campo del aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

TensorFlow ofrece una serie de características clave para el desarrollo de redes neuronales convolucionales. Esto incluye la capacidad de crear redes con capas convolucionales, de agrupación y completamente conectadas, así como funciones de activación y regulariza-

ción. Además, proporciona algoritmos de optimización y herramientas para la gestión de datos y entrenamiento de los modelos.

La comunidad activa y el ecosistema en torno a TensorFlow también son factores clave en su importancia. TensorFlow cuenta con una amplia documentación, tutoriales y una comunidad de desarrolladores que comparten conocimientos y contribuyen con modelos y mejoras. Esto facilita el aprendizaje y el intercambio de ideas, y acelera el desarrollo de redes neuronales convolucionales con TensorFlow.

2.2.3 *OPENCV*

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) es una biblioteca de código abierto ampliamente utilizada en el campo de la visión por computadora y el procesamiento de imágenes. Fue desarrollada originalmente por Intel y se ha convertido en una herramienta fundamental para aplicaciones que involucran análisis, manipulación y comprensión de imágenes y videos.

OpenCV proporciona una amplia gama de funciones y algoritmos de procesamiento de imágenes, lo que la hace adecuada para una variedad de aplicaciones, como detección de objetos, reconocimiento facial, seguimiento de objetos, segmentación de imágenes, calibración de cámaras, entre otras.

La biblioteca OpenCV está escrita en C++ pero cuenta con interfaces para diferentes lenguajes de programación, incluyendo Python y Java. Esto permite a los desarrolladores utilizar OpenCV en diferentes entornos y plataformas.

Por tanto tiempo en el campo y que ya cuenta con una comunidad que ha trabajado y compartido sus proyectos, se ha decidido utilizar estas herramientas para realizar el módulo de llamada asistivo.

2.3 Manos - Primer escript de configuración

En primer lugar hay que entender como funcionan los scripts de Python con el programa Pycharm, para poder ir entrenando las imágenes a detectar por el pasajero que lo precise. Este paso, pretende ir adaptando la llamada de subir o bajar del ascensor, para que en compañía de ciertas enfermedades se pueda ir acoplando al avance de la misma mediante entrenos.

El programa ha sido elegido de un curso de aprendizaje de visión artificial, Santiago Sanchez, [13 de Mayo de 2022](#). Requerirá que lo modifiquemos para que podamos enlazarlo a las necesidades de cada cliente. Pero se explicará con detalle para que llegue a su cometido.

El primer programa con el que debemos empezar es el de **Manos**. En él, podremos configurar el entrenamiento que haremos después para almacenar 300 fotos de lo que

queremos que visualice nuestra cámara. Aquí podremos configurar cuantos dedos queremos analizar y hacer una biblioteca de imágenes, al que llamaremos entrenamiento.

Listing 2.1: Primer script (mano)

```

1
2 import cv2
3 import mediapipe as mp
4 import os
5
6 #----- Creamos la carpeta donde almacenaremos el
7   entrenamiento -----
8 nombre = 'Planta-1'
9 direccion = 'C:/Users/elles/Documents/universitat/TFG/Modulo-asistivo/
10  Deteccion-y-Clasificacion-de-Manos-main/Fotos/Entrenamiento'
11 carpeta = direccion + '/' + nombre
12 if not os.path.exists(carpeta):
13     print('Carpeta creada:', carpeta)
14     os.makedirs(carpeta)
15
16 #Asignamos un contador para el nombre de la fotos
17 cont = 0
18
19 #Leemos la camara
20 cap = cv2.VideoCapture(1)
21
22 #-----Creamos un obejto que va almacenar la
23   deteccion y el seguimiento de las manos-----
24 clase_manos = mp.solutions.hands
25 manos = clase_manos.Hands(FALSE, 1, 0.8) #Primer parametro, FALSE para
26   que no haga la deteccion 24/7
27   #Solo hara deteccion cuando hay una confianza
28   alta
29   #Segundo parametro: numero maximo de manos
30   #Tercer parametro: confianza minima de
31   deteccion
32   #Cuarto parametro: confianza minima de
33   seguimiento
34
35 #-----Metodo para dibujar las manos
36   -----
37 dibujo = mp.solutions.drawing_utils #Con este metodo dibujamos 21 puntos
38   criticos de la mano
39
40 while (1):
41     ret, frame = cap.read()
42     color = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)
43     copia = frame.copy()
44     resultado = manos.process(color)
45     posiciones = [] # En esta lista vamos a almacenar las coordenadas de
46     los puntos
47     print(resultado.multi_hand_landmarks) #Si queremos ver si existe la
48     deteccion
49
50     if resultado.multi_hand_landmarks: #Si hay algo en los resultados
51     entramos al if
52         for mano in resultado.multi_hand_landmarks: #Buscamos la mano
53         dentro de la lista de manos que nos da el descriptor
54             for id, lm in enumerate(mano.landmark): #Vamos a obtener la
55             informacion de cada mano encontrada por el ID

```

```

43     #print(id,lm) #Como nos entregan decimales (Proporcion de
44         la imagen) debemos pasarlo a pixeles
45     alto, ancho, c = frame.shape #Extraemos el ancho y el
        alto de los fotogramas para multiplicarlos por la
        proporcion
46     corx, cory = int(lm.x*ancho), int(lm.y*alto) #Extraemos
        la ubicacion de cada punto que pertenece a la mano en
        coordenadas
47     posiciones.append([id,corx,cory])
48     dibujo.draw_landmarks(frame, mano, clase_manos.
        HAND_CONNECTIONS)
49     if len(posiciones) != 0:
50         pto_i1 = posiciones[4] #5 Dedos: 4 | 0 Dedos: 3 | 1 Dedo:
            2 | 2 Dedos: 3 | 3 Dedos: 4 | 4 Dedos: 8
51         pto_i2 = posiciones[20]#5 Dedos: 20| 0 Dedos: 17| 1 Dedo:
            17| 2 Dedos: 20| 3 Dedos: 20| 4 Dedos: 20
52         pto_i3 = posiciones[12]#5 Dedos: 12| 0 Dedos: 10 | 1 Dedo:
            : 20|2 Dedos: 16| 3 Dedos: 12| 4 Dedos: 12
53         pto_i4 = posiciones[0] #5 Dedos: 0 | 0 Dedos: 0 | 1 Dedo:
            0 | 2 Dedos: 0 | 3 Dedos: 0 | 4 Dedos: 0
54         pto_i5 = posiciones[9] #Punto central
55         x1,y1 = (pto_i5[1]-80),(pto_i5[2]-80) #Obtenemos el punto
            incial y las longitudes
56         ancho, alto = (x1+80),(y1+80)
57         x2,y2 = x1 + ancho, y1 + alto
58         dedos_reg = copia[y1:y2, x1:x2]
59         cv2.rectangle(frame, (x1, y1), (x2, y2), (0, 255, 0), 3)
60         dedos_reg = cv2.resize(dedos_reg,(200,200), interpolation =
            cv2.INTER_CUBIC) #Redimensionamos las fotos
61         cv2.imwrite(carpetas + "/Mano_{}.jpg".format(cont),dedos_reg)
62         cont = cont + 1
63
64
65
66
67     cv2.imshow("Video",frame)
68     k = cv2.waitKey(1)
69     if k == 27 or cont >= 300:
70         break
71 cap.release()
72 cv2.destroyAllWindows()

```

Estas líneas pertenecen a las librerías de **OPENCV 2**, que hemos descrito anteriormente, **mediapipe** y **os**.

En Python, **os** es una biblioteca estándar incorporada que proporciona una interfaz para interactuar con el sistema operativo en el que se está ejecutando el programa. Esta biblioteca ofrece funciones para trabajar con rutas de archivos, acceder al entorno del sistema, manejar directorios y archivos, y más.

Mediapipe es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google que se utiliza para construir aplicaciones de percepción espacial en tiempo real. Proporciona un conjunto de herramientas y algoritmos predefinidos para el seguimiento y detección de manos, rostros, poses humanas y más.

Se enfoca en la inferencia en tiempo real de datos de entrada, como imágenes o flujos de video, y ofrece una interfaz sencilla para trabajar con modelos de aprendizaje automático preentrenados. Utiliza una arquitectura de gráfico para procesar datos en tiempo real, lo que permite un rendimiento eficiente y una fácil integración en aplicaciones y proyectos.

En esta parte del script, vamos a configurar las carpetas y el nombre de las mismas para almacenar el entrenamiento que realizaremos a las manos. En el nombre añadiremos como se llamará la carpeta que designará nuestra predicción posterior. Si queremos que la mano derecha nos lleve a la planta 1, será un entrenamiento y una carpeta. Si queremos que la mano izquierda nos lleve a la planta 0, será otra carpeta y otro entrenamiento diferente. Las dos carpetas serán las predicciones futuras.

El siguiente comando es para contar las fotos y poder finalizar el entrenamiento al llegar a 300. Posteriormente se enciende la captura de la cámara, el número que se encuentra entre paréntesis pertenece al puerto com"donde tengamos asignada la cámara.

Estas dos funciones pertenecen a la biblioteca de mediapipe.

mp.solutions.hands: es un módulo dentro de la biblioteca MediaPipe que proporciona las funcionalidades necesarias para detectar y seguir las manos en una imagen o un flujo de video. Es una clase que encapsula el algoritmo y los modelos preentrenados necesarios para realizar esta tarea.

clase.manos.Hands: Se crea un objeto manos que representa una instancia de la clase Hands. Este objeto se utiliza para realizar la detección y seguimiento de manos en el programa. Una vez que tienes el objeto manos, puedes utilizar sus métodos y atributos para procesar imágenes o flujos de video y obtener información sobre las manos detectadas, como la posición de los puntos clave de la mano, la orientación de la mano, la detección de gestos, entre otros.

Este módulo permite identificar 21 puntos sobre las manos. Estos puntos identificativos son los que crean que sea fácil la identificación de las manos. Se crean unos puntos de referencia con facilidad a los que se pueden crear referencias fáciles.

En este fragmento de código realiza un bucle infinito en el que se capturan fotogramas de video, se realiza un procesamiento para detectar y realizar el seguimiento de las manos en cada fotograma, y se imprime información sobre las manos detectadas en la consola.

El bucle **WHILE:** es un bucle while infinito. Esto significa que el bloque de código dentro del bucle se ejecutará repetidamente hasta que se interrumpa manualmente o se cumpla una condición específica para salir del bucle.

ret, frame = cap.read: se utiliza para leer un fotograma del objeto cap, que es una instancia de una clase que representa un dispositivo de captura de video, como una cámara. La función read() devuelve dos valores: ret, que indica si se ha leído correctamente el fotograma, y frame, que es el propio fotograma.

`frame = cv2.flip(frame, 1)` realiza un espejo del fotograma horizontalmente utilizando la función `flip()` de la biblioteca **OpenCV (cv2)**. Esto se utiliza para obtener una imagen reflejada horizontalmente del fotograma.

`color = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2RGB)` convierte el espacio de color del fotograma de BGR (azul, verde, rojo) a RGB (rojo, verde, azul). Algunos algoritmos y bibliotecas de procesamiento de imágenes requieren imágenes en el espacio de color RGB, por lo que esta conversión puede ser necesaria para la identificación de las manos.

`copia = frame.copy()` realiza una copia del fotograma actual. Esto se hace para tener una copia del fotograma original antes de realizar cualquier modificación en él. Esto sirve para acceder a estas fotos en el futuro, con ayuda del otro script.

`resultado = manos.process(color)` utiliza el objeto `manos` creado anteriormente para procesar el fotograma de color. Esto implica detectar y realizar el seguimiento de las manos en la imagen. El resultado de este proceso se almacena en la variable `resultado`.

`posiciones = []` crea una lista vacía llamada `posiciones`. Esta lista se utilizará más adelante para almacenar las coordenadas de los puntos clave de las manos detectadas. En realidad, serán pequeñas matrices.

`print(resultado.multi_hand_landmarks)` imprime en la consola la variable del objeto `resultado`. Esto se utiliza para verificar si se ha detectado alguna mano en el fotograma. Dependiendo de la implementación de la biblioteca o el objeto `manos`, esta herramienta puede contener información sobre las posiciones de los puntos clave de las manos detectadas.

`if resultado.multi_hand_landmarks` verifica si hay manos detectadas en el fotograma actual. `multi_hand_landmarks` es una variable del objeto `resultado` que contiene la información de las manos detectadas. Con esta línea hacemos que solo si detecta la posición de la mano correcta, entra el `if` en ejecución.

`for mano in resultado.multi_hand_landmarks` : itera sobre cada objeto mano en el `resultado.multi_hand_landmarks`. En caso de que se hayan detectado múltiples manos, este bucle recorrerá cada una de ellas por separado. Para el término de este proyecto, solo una persona debería actuar el ascensor en la cabina.

`for id, lm in enumerate(mano.landmark)`: itera sobre cada punto clave (`landmark`) de la mano actual. La variable `id` representa el índice del punto clave, y `lm` representa el objeto que contiene las coordenadas normalizadas (relativas al tamaño del fotograma) del punto clave en la mano. Hay que saber que todo este trabajo solo hay que entender los pasos de un programa ya creado.

`alto, ancho, c = frame.shape`: obtiene las dimensiones del fotograma original y las asigna a las variables `alto`, `ancho` y `c`.

`corx, cory = int(lm.x*ancho), int(lm.y*alto)` calcula las coordenadas en píxeles (absolutas) del punto clave actual utilizando las coordenadas normalizadas y las dimensiones

del fotograma. **lm.x** y **lm.y** representan las coordenadas normalizadas del punto clave en el rango de 0 a 1. Luego, se multiplican por las dimensiones del fotograma y se convierten a enteros para obtener las coordenadas en píxeles. Porque solo trabajamos en números enteros.

`posiciones.append([id, corx, cory])` agrega una lista con el índice del punto clave y las coordenadas (x, y) del punto clave a la lista `posiciones`. Esta lista almacenará las coordenadas de todos los puntos clave de las manos detectadas.

`dibujo.draw_landmarks(frame, mano, clase_manos.HAND_CONNECTIONS)` dibuja los puntos clave y las conexiones entre ellos en el fotograma utilizando la función `draw_landmarks` del objeto `dibujo`. Esto ayuda a visualizar los puntos clave y las relaciones entre ellos en el fotograma.

Para saber qué posiciones debemos coger la mano que vamos a entrenar, tenemos que entrar a la página de **MEDIAPIPE**, donde nos explica qué puntos cogeremos de cada mano para poder identificarlos. Entrando en la página web de **Mediapipe**, podemos saber qué puntos escoger para cada momento que precisemos un cambio, https://developers.google.com/mediapipe/solutions/vision/hand_landmarker

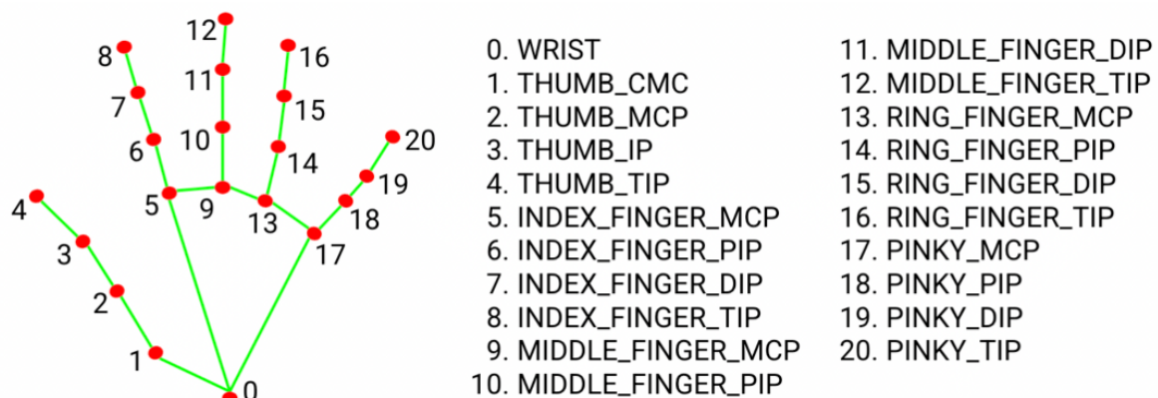


Figura 2.1: Puntos de unión de MediaPipe

En este caso para las diferentes posiciones de la mano, haremos diferentes entrenamientos. Una para subir y otra para bajar, tanto de la derecha como de la izquierda.

La línea 61: calcula las coordenadas del punto de inicio (**x1, y1**) para el recorte de la región de interés. Estas coordenadas se obtienen restando 90 a la coordenada x del punto clave `pto_i5` y restando 150 a la coordenada y del mismo punto clave.

La línea 62: establece el ancho y el alto de la región de interés utilizando las coordenadas `x1` y `y1`. Estos valores se obtienen sumando 80 al valor de `x1` y sumando 220 al valor de `y1`.

La línea 63: calcula las coordenadas del punto de finalización (**x2, y2**) para el recorte de la región de interés. Estas coordenadas se obtienen sumando x1 al valor de ancho y sumando y1 al valor de alto.

La línea 64: recorta la región de interés de la imagen original copiada utilizando las coordenadas calculadas. Se crea una nueva variable llamada **dedos-reg** que contiene la región de interés recortada.

Línea 65: dibuja un rectángulo en el fotograma original para resaltar la región de interés. El rectángulo se dibuja utilizando las coordenadas calculadas (**x1, y1**) como punto de inicio y (**x2, y2**) como punto de finalización. El color del rectángulo es (**0, 255, 0**), que corresponde a verde, y el grosor del contorno del rectángulo es 3 píxeles.

La línea 66: redimensiona la región de interés recortada (**dedos-reg**) a un tamaño de 200x200 píxeles utilizando la función **resize()** de OpenCV. La interpolación utilizada es **INTER_CUBIC**, que es un método de interpolación bicúbica para suavizar la imagen redimensionada.

La línea 67: guarda la imagen redimensionada **dedos-reg** en un archivo JPEG en la carpeta especificada (**carpeta**) con un nombre de archivo basado en el contador (**cont**).

La línea 68: incrementa el valor del contador (**cont**) en 1 para mantener un seguimiento del número de imágenes guardadas.

`cv2.imshow("Video", frame)` muestra el fotograma actual en una ventana con el título "Video". Esto se logra utilizando la función **imshow()** de la biblioteca **OpenCV (cv2)**. La variable **frame** contiene el fotograma actual.

`k = cv2.waitKey(1)` espera la pulsación de una tecla, en este caso es el espacio y almacena el valor de la tecla presionada en la variable **k**. El argumento 1 indica el tiempo de espera en milisegundos para que la función espere la pulsación de una tecla.

`if k == 32 or cont >= 300:` verifica si la tecla presionada es la tecla de espacio (**k == 32**) o si el contador (**cont**) ha alcanzado o superado el valor de 300. Si se cumple cualquiera de estas condiciones, se rompe el bucle **while** actual y se sale del programa.

break interrumpe la ejecución del bucle **while**, lo que provoca la salida del bucle y continúa con el código.

`cap.release()` libera los recursos asociados al objeto de captura de video (**cap**). Esto es importante para asegurarse de que no haya una captura de video activa después de finalizar el programa.

`cv2.destroyAllWindows()` cierra todas las ventanas abiertas por la función **imshow()**. Esto asegura que todas las ventanas de visualización se cierren correctamente antes de finalizar el programa.

Con esto finalizaríamos la configuración que le damos a nuestro script de Python para hacer un buen entrenamiento de las manos. Sabiendo que puntos vamos a coger y con una

buena configuración, crearemos las carpetas con 300 imágenes buenas, con luz y un buen enfoque, para la rápida interpretación del signo dentro de la cabina del ascensor.

2.4 Entrenamiento - Segundo script de configuración

En este segundo script ejecutaremos la función que antes hemos configurado. Crearemos las imágenes para entrenar a nuestra red neuronal convolucional mediante un banco de imágenes. Toda esta parte de lectura de código es para saber interpretarlo y entender con ello qué es lo que tenemos que cambiar.

Listing 2.2: Primer script (mano)

```

1
2
3 #----- Importamos librerias
4 import cv2
5 import os
6
7 #-----Importamos las fotos tomadas
8 import tensorflow.keras.optimizers
9 #----- Crear modelo y entrenarlo
10 from tensorflow.python.keras.preprocessing.image import
    ImageDataGenerator #Nos ayuda a preprocesar las imagenes que le
    entreguemos al modelo
11 from tensorflow.python.keras import optimizers #Optimizador con
    el que vamos a entrenar el modelo
12 from tensorflow.python.keras.models import Sequential #Nos permite hacer
    redes neuronales secuenciales
13 from tensorflow.python.keras.layers import Dropout, Flatten, Dense,
    Activation #
14 from tensorflow.python.keras.layers import Convolution2D, MaxPooling2D #
    Capas para hacer las convoluciones
15 from tensorflow.python.keras import backend as K #Si hay una sesion
    de keras, lo cerramos para tener todo limpio
16
17 K.clear_session() #Limpiamos todo
18
19 datos_entrenamiento = 'C:/Users/elles/Documents/universitat/TFG/Modulo-
    asistivo/Deteccion-y-Clasificacion-de-Manos-main/Fotos/Entrenamiento'
20 datos_validacion = 'C:/Users/elles/Documents/universitat/TFG/Modulo-
    asistivo/Deteccion-y-Clasificacion-de-Manos-main/Fotos/Validacion'
21
22 #Parametros
23 iteraciones = 20 #Numero de iteraciones para ajustar nuestro modelo
24 altura, longitud = 200, 200 #Tamaño de las imagenes de entrenamiento
25 batch_size = 1 #Numero de imagenes que vamos a enviar
26 pasos = 300/1 #Numero de veces que se va a procesar la informacion en
    cada iteracion
27 pasos_validacion = 300/1 #Despues de cada iteracion, validamos lo
    anterior
28 filtrosconv1 = 32
29 filtrosconv2 = 64 #Numero de filtros que vamos a aplicar en cada
    convolucion
30 tam_filtro1 = (3,3)
31 tam_filtro2 = (2,2) #Tamaños de los filtros 1 y 2
32 tam_pool = (2,2) #Tamaño del filtro en max pooling
33 clases = 2 #Mano abierta y cerrada (5 dedos y 0 dedos)
34 lr = 0.0005 #ajustes de la red neuronal para acercarse a una solucion
    optima
35

```

```
36 #Pre-Procesamiento de las imagenes
37 preprocesamiento_entre = ImageDataGenerator(
38     rescale= 1./255, #Pasar los pixeles de 0 a 255 | 0 a 1
39     shear_range = 0.3, #Generar nuestras imagenes inclinadas para un
        mejor entrenamiento
40     zoom_range = 0.3, #Genera imagenes con zoom para un mejor
        entrenamiento
41     horizontal_flip=True #Invierte las imagenes para mejor entrenamiento
42 )
43
44 preprocesamiento_vali = ImageDataGenerator(
45     rescale = 1./255
46 )
47
48 imagen_entreno = preprocesamiento_entre.flow_from_directory(
49     datos_entrenamiento, #Va a tomar las fotos que ya almacenamos
50     target_size = (altura, longitud),
51     batch_size = batch_size,
52     class_mode = 'categorical', #Clasificacion categorica = por clases
53 )
54
55 imagen_validacion = preprocesamiento_vali.flow_from_directory(
56     datos_validacion,
57     target_size=(altura,longitud),
58     batch_size= batch_size,
59     class_mode='categorical'
60 )
61
62 #Creamos la red neuronal convolucional (CNN)
63 cnn = Sequential() #Red neuronal secuencial
64 #Agregamos filtros con el fin de volver nuestra imagen muy profunda pero
    pequeña
65 cnn.add(Convolution2D(filtrosconv1, tam_filtro1, padding = 'same',
    input_shape=(altura,longitud,3), activation = 'relu')) #Agregamos la
    primera capa
66     #Es una convolucion y realizamos config
67 cnn.add(MaxPooling2D(pool_size=tam_pool)) #Despues de la primera capa
    vamos a tener una capa de max pooling y asignamos el tamaño
68
69 cnn.add(Convolution2D(filtrosconv2, tam_filtro2, padding = 'same',
    activation='relu')) #Agregamos nueva capa
70
71 cnn.add(MaxPooling2D(pool_size=tam_pool))
72
73 #Ahora vamos a convertir esa imagen profunda a una plana, para tener 1
    dimension con toda la info
74 cnn.add(Flatten()) #Aplanamos la imagen
75 cnn.add(Dense(256,activation='relu')) #Asignamos 256 neuronas
76 cnn.add(Dropout(0.5)) #Apagamos el 50% de las neuronas en la funcion
    anterior para no sobreajustar la red
77 cnn.add(Dense(clases, activation='softmax')) #Es nuestra ultima capa, es
    la que nos dice la probabilidad de que sea alguna de las clases
78
79 #Agregamos parametros para optimizar el modelo
80 #Durante el entrenamiento tenga una autoevaluacion, que se optimice con
    Adam, y la metrica sera accuracy
81 optimizar = tensorflow.keras.optimizers.Adam(learning_rate= lr)
82 cnn.compile(loss = 'categorical_crossentropy', optimizer= optimizar,
    metrics=['accuracy'])
83
84 #Entrenaremos nuestra red
```

```
85 cnn.fit(imagen_entreno, steps_per_epoch=pasos, epochs= iteraciones,
          validation_data= imagen_validacion, validation_steps=pasos_validacion)
86
87 #Guardamos el modelo
88 cnn.save('Modelo.h5')
89 cnn.save_weights('pesos.h5')
```

import cv2 importa la biblioteca OpenCV, que se utiliza para el procesamiento de imágenes y vídeos.

import os importa la biblioteca os, que proporciona funciones para interactuar con el sistema operativo, como trabajar con directorios y archivos.

import tensorflow as tf importa la biblioteca TensorFlow, que es una plataforma de código abierto para el aprendizaje automático y la inteligencia artificial.

import tensorflow.keras.optimizers importa los optimizadores disponibles en TensorFlow para ajustar y optimizar los modelos de aprendizaje automático.

import tensorflow.keras.preprocessing.image importa la subbiblioteca image de preprocessing de TensorFlow.keras, que proporciona herramientas para el procesamiento de imágenes antes de la alimentación en los modelos de aprendizaje automático.

from tensorflow.keras.preprocessing import optimizer importa el módulo optimizer de la subbiblioteca preprocessing de TensorFlow.keras, que se utiliza para configurar el optimizador que se aplicará durante el entrenamiento del modelo.

from tensorflow.keras.models import Sequential importa la clase Sequential de la subbiblioteca models de TensorFlow.keras. **Sequential** se utiliza para construir modelos de redes neuronales secuenciales.

import tensorflow.keras.layers importa el módulo layers de TensorFlow.keras, que contiene diversas capas para construir la arquitectura de la red neuronal.

from tensorflow.keras.layers import Convolution2D, MaxPooling2D importa las capas Convolution2D y MaxPooling2D de TensorFlow.keras.layers. Estas capas se utilizan en la construcción de la red neuronal convolucional (CNN).

from tensorflow.keras import backend as K importa backend de TensorFlow.keras como K. backend proporciona funciones y utilidades específicas de TensorFlow para trabajar con la estructura de la red neuronal.

K.clear_session(): Esta línea de código se utiliza para limpiar la sesión de Keras y liberar la memoria utilizada por los modelos anteriores. Es útil cuando se ejecutan múltiples experimentos de entrenamiento en la misma sesión. Y para trabajar con minicomputadores como Raspberry pi.

`datos_entrenamiento` y `datos_validacion`: Estas variables representan las rutas a los directorios que contienen las imágenes de entrenamiento y validación, respectivamente. Debes asegurarte de que las rutas sean correctas y contengan las imágenes correspondientes para que no acuda a otra carpeta.

iteraciones: Es el número de iteraciones o épocas que se utilizarán durante el entrenamiento del modelo. Cada iteración implica pasar por todo el conjunto de datos de entrenamiento.

altura y longitud: Estas variables representan las dimensiones a las que se redimensionarán las imágenes de entrada. En este caso, las imágenes se redimensionarán a un tamaño de 200x200 píxeles.

`batch_size`: Es el tamaño del lote de datos que se utilizará durante el entrenamiento. Indica cuántas imágenes se utilizarán antes de actualizar los pesos del modelo.

`pasos_validacion`: Es el número de pasos o lotes que se utilizarán durante la validación del modelo. En este caso, se divide el número total de imágenes de validación (300) por el tamaño del lote (1).

`filtrosconv1` y `filtrosconv2`: Estas variables representan el número de filtros convolucionales que se utilizarán en las capas convolucionales del modelo. Cuantos más filtros, más características se pueden aprender.

`tam_filtro1` y `tam_filtro2`: Estas variables representan las dimensiones de los filtros convolucionales. En este caso, el primer filtro tiene un tamaño de 3x3 y el segundo filtro tiene un tamaño de 2x2.

`tam_pool1`: Es el tamaño de la ventana de agrupación utilizada en las capas de agrupación (pooling). En este caso, se utiliza un tamaño de ventana de 2x2.

clases: Es el número de clases o categorías en las que se clasificarán las imágenes. En este caso, se clasifican en 2 clases.

lr: Es la tasa de aprendizaje utilizada por el optimizador durante el entrenamiento del modelo. Controla la magnitud de los ajustes realizados en los pesos del modelo durante la retropropagación.

En esta parte del código se realiza el preprocesamiento de las imágenes de entrenamiento utilizando la clase **ImageDataGenerator** de Keras. Esta clase permite aplicar diferentes transformaciones y aumentos de datos a las imágenes para enriquecer el conjunto de entrenamiento y mejorar la capacidad de generalización del modelo.

A continuación, se explica cada parámetro utilizado en la instancia de **ImageDataGenerator**:

rescale: Este parámetro se utiliza para escalar los valores de los píxeles de las imágenes. En este caso, se divide cada valor de píxel por 255, lo que resulta en que los valores estén

en el rango de 0 a 1. Esto es comúnmente utilizado para normalizar los valores de las imágenes.

shear_range: Es un parámetro que controla la intensidad de la deformación en sentido de corte de las imágenes. Al establecerlo en 0.3, se aplicará una deformación aleatoria de las imágenes en el rango de -0.3 a 0.3.

zoom_range: Es un parámetro que controla el nivel de aumento o reducción de las imágenes. Al establecerlo en 0.3, se aplicará un aumento o reducción aleatoria de las imágenes en el rango de 0.7 a 1.3.

horizontal_flip: Este parámetro indica si se deben aplicar volteos horizontales aleatorios a las imágenes. Al establecerlo en True, algunas imágenes se voltearán horizontalmente de forma aleatoria.

Estas transformaciones y aumentos de datos se aplican durante el entrenamiento para mejorar la capacidad de generalización del modelo y evitar el sobreajuste a los datos de entrenamiento. Para que a lo mínimo que se pueda parecer una imagen al modelo, podamos darlo por bueno. Al introducir variaciones en las imágenes, el modelo puede aprender patrones más robustos y adaptarse mejor a diferentes situaciones.

Después de definir el preprocesamiento de las imágenes de entrenamiento, es necesario realizar un paso similar para las imágenes de validación utilizando otro ImageDataGenerator. Pero esto lo veremos mas adelante cuando tengamos un entrenamiento correctamente hecho.

preprocesamiento_vali: Se crea una instancia de ImageDataGenerator para las imágenes de validación. En este caso, se utiliza únicamente la transformación de escalado (**rescale**) para normalizar los valores de píxel.

Se crea un generador de flujo de datos para las imágenes de entrenamiento utilizando el método **flow_from_directory** de ImageDataGenerator. Este método carga automáticamente las imágenes desde un directorio y las procesa según las configuraciones establecidas en el objeto ImageDataGenerator.

A continuación se explican los parámetros utilizados:

datos_entrenamiento: Es la ruta al directorio que contiene las imágenes de entrenamiento.
target_size: Es una tupla que especifica las dimensiones a las que se redimensionarán las imágenes de entrenamiento.

batch_size: Es el tamaño del lote de imágenes que se utilizará en cada paso de entrenamiento.
class_mode: Indica el modo de clasificación de las etiquetas de las imágenes. En este caso, se establece en **‘categorical’** para indicar que las etiquetas son codificadas en forma de vectores.

imagen_validacion: Se crea un generador de flujo de datos para las imágenes de validación utilizando el método **flow_from_directory** de ImageDataGenerator. Los paráme-

tros utilizados son similares a los explicados anteriormente, pero se aplica a las imágenes de validación ubicadas en el directorio **datos_validation**.

Estas configuraciones permiten generar lotes de imágenes durante el entrenamiento y la validación, aplicando las transformaciones definidas en los objetos **ImageDataGenerator** para mejorar la capacidad de generalización del modelo y adaptarse a diferentes situaciones.

`cnn.fit(imagen_entreno, steps_per_epoch=pasos, epochs=iteraciones, validation_data=imagen_validacion, validation_steps=pasos_validacion)`: Se inicia el entrenamiento del modelo utilizando los datos de entrenamiento (`imagen_entreno`) y los datos de validación (`imagen_validacion`). Se especifica el número de pasos por época (`steps_per_epoch`), el número de épocas (`epochs`), los datos de validación y los pasos de validación. Durante el entrenamiento, se ajustan los pesos del modelo para minimizar la función de pérdida especificada anteriormente.

`cnn.save('Modelo.h5')`: Se guarda el modelo completo en un archivo llamado "Modelo.h5". Este archivo contiene la arquitectura del modelo, los pesos entrenados y cualquier otra configuración necesaria para utilizar el modelo posteriormente.

`cnn.save_weights('pesos.h5')`: Se guardan solo los pesos del modelo en un archivo llamado "pesos.h5". Este archivo contiene los valores numéricos de los pesos entrenados, pero no incluye la estructura del modelo. Los pesos guardados se pueden utilizar para cargarlos en un modelo con la misma arquitectura en el futuro y continuar el entrenamiento o realizar inferencias.

Esta parte del script realiza el entrenamiento del modelo CNN, guarda el modelo completo en un archivo y guarda los pesos del modelo en otro archivo por separado. Esto permite utilizar el modelo entrenado para realizar predicciones sin tener que cambiar el mismo, hasta que sea necesario por el minusválido.

2.4.1 Predicción - Tercer script de configuración

En este último script vamos a ver como hacemos la predicción de la posición de las manos para realizar la llamada asistida. Con ello se activará una salida, que a su vez activará un relé de 24V que estará en la misma entrada que el pulsador de planta 0 y planta 1.

Listing 2.3: script (Prediccion)

```
1
2 import RPi.GPIO as GPIO
3 import tensorflow.keras
4 import cv2
5 import numpy as np
6
7 # Código para la configuración de los pines GPIO de la Raspberry Pi
8 GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
9 GPIO.setup(11, GPIO.OUT) # Pin para controlar la planta 1
10 GPIO.setup(13, GPIO.OUT) # Pin para controlar la planta 2
11
12 # Cargar el modelo y los pesos entrenados
13 modelo = tensorflow.keras.models.load_model('Modelo.h5')
14 modelo.load_weights('pesos.h5')
15
16 # Clases para la mano izquierda y derecha
17 clases = ['Izquierda', 'Derecha']
18
19 # Inicializar la cámara
20 camara = cv2.VideoCapture(0)
21
22 while True:
23     ret, frame = camara.read()
24     if not ret:
25         break
26
27     # Preprocesamiento de la imagen
28     imagen = cv2.resize(frame, (altura, longitud))
29     imagen = np.expand_dims(imagen, axis=0)
30     imagen = imagen / 255.0
31
32     # Realizar la predicción
33     prediccion = modelo.predict(imagen)
34     clase_predicha = clases[np.argmax(prediccion)]
35
36     # Control de las plantas del ascensor
37     if clase_predicha == 'Derecha':
38         GPIO.output(11, GPIO.HIGH) # Subir a la planta 1
39         GPIO.output(13, GPIO.LOW)
40     elif clase_predicha == 'Izquierda':
41         GPIO.output(11, GPIO.LOW)
42         GPIO.output(13, GPIO.HIGH) # Subir a la planta 2
43     else:
44         GPIO.output(11, GPIO.LOW)
45         GPIO.output(13, GPIO.LOW)
46
47     cv2.imshow('Video', frame)
48     if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
49         break
50
51 # Liberar recursos y cerrar la ventana
52 camara.release()
```

```
53 cv2.destroyAllWindows()
```

Este código importa las bibliotecas necesarias, como `RPi.GPIO`, `tensorflow.keras`, `cv2` y `numpy`. A continuación, se realiza la configuración de los pines GPIO de la Raspberry Pi utilizando la biblioteca `RPi.GPIO`. Como ya hemos explicado anteriormente, solo hemos añadido la biblioteca necesaria para poder controlar los pines de la Raspberry pi.

En la línea `GPIO.setmode(GPIO.BOARD)`, se establece el modo de numeración de los pines GPIO como el modo `BOARD`, lo que significa que los pines se numeran de acuerdo con su posición física en el conector GPIO de la Raspberry Pi.

En las líneas siguientes, se configuran dos pines GPIO como salidas utilizando `GPIO.setup`. El pin 11 se utiliza para controlar la planta 1 del ascensor, mientras que el pin 13 se utiliza para controlar la planta 2.

A continuación, se carga el modelo y los pesos entrenados utilizando `tensorflow.keras.models.load_model` y `modelo.load_weights`. El modelo y los pesos deben estar guardados en los archivos "Modelo.h5z" "pesos.h5" respectivamente. Estos modelos tienen que estar actualizados a la vez que diversidad funcional del pasejero con otras capacidades.

Este código es el que utilizará la Raspberry Pi para controlar las plantas de un ascensor en función de las predicciones de la red neuronal.

En esta parte del código, se definen las clases para la mano izquierda y derecha en una lista llamada `clases`. Estas clases representan las dos opciones posibles de detección.

Luego, se inicializa la cámara utilizando `cv2.VideoCapture(0)`, donde el argumento 0 indica que se utilizará la cámara predeterminada del sistema, si tenemos otra cámara en otro puerto debemos de asignársela entre este paréntesis.

Dentro del bucle `while True`, se lee el fotograma actual de la cámara utilizando `camara.read()`. La variable `ret` indica si se pudo leer correctamente el fotograma, y `frame` contiene la imagen capturada.

A continuación, se realiza el preprocesamiento de la imagen. Primero, se redimensiona la imagen a las dimensiones especificadas en altura y longitud utilizando `cv2.resize`. Luego, se expande la dimensión de la imagen utilizando `np.expand_dims` para que tenga la forma esperada por el modelo. Finalmente, se normaliza la imagen dividiéndola por 255.0 para tener valores en el rango `[0, 1]`.

Después del preprocesamiento, se realiza la predicción utilizando el modelo cargado anteriormente con `modelo.predict(imagen)`. La variable `prediccion` contiene las probabilidades de cada clase calculadas por el modelo. Luego, se obtiene la clase predicha utilizando `np.argmax(prediccion)`, que devuelve el índice de la clase con la mayor probabilidad. La variable `clase_predicha` contiene la clase predicha (izquierda o derecha) correspondiente al índice obtenido.

Este código se ejecuta en un bucle continuo, lo que permite realizar predicciones en tiempo real a medida que se capturan los fotogramas de la cámara.

En esta parte del código, se realiza el control de las plantas del ascensor según la clase predicha por el modelo.

Si la clase predicha es 'Derecha', se establece el pin GPIO 11 en estado alto (GPIO.HIGH) para subir a la planta 1, mientras que el pin GPIO 13 se establece en estado bajo (GPIO.LOW).

Si la clase predicha es 'Izquierda', se establece el pin GPIO 11 en estado bajo y el pin GPIO 13 en estado alto para subir a la planta 2.

Si la clase predicha no es ni 'Derecha' ni 'Izquierda', se establecen ambos pines GPIO en estado bajo.

Después de controlar los pines GPIO, se muestra el fotograma capturado en una ventana con `cv2.imshow('Video', frame)`. Si se presiona la tecla 'q', se rompe el bucle y se sale del programa.

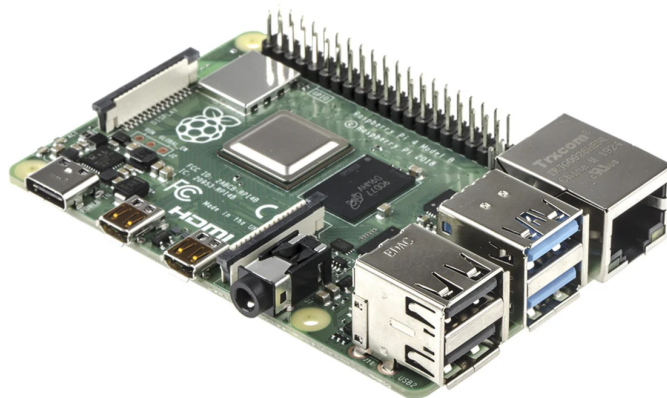
Finalmente, se liberan los recursos de la cámara utilizando `camara.release()` y se cierra la ventana de visualización con `cv2.destroyAllWindows()`.

2.5 Componentes necesarios

A continuación se procederá a describir los componentes necesarios para poder acoplar el módulo de predicción de llamada, bajo visión artificial al ascensor. Este módulo puede ser aplicado a muchos ascensores, esta será una explicación para el ascensor de Raloe Armony con placa de maniobra **KDTevo**. La configuración del ascensor en la placa tiene que conservar la parada en la última llamada, es decir, no tiene que tener activado ningún reenvío a planta 0 como en muchas viviendas. Esto es esencial porque el ascensor se contempla para la persona con necesidades, solo se dependerá de ella. Así siempre se conservará la puerta de cabina abierta para el uso asistencial prioritario para la persona que más lo precisa.

Para realizar el módulo de llamada asistida por visión artificial necesitamos una salida de 230 V en la parte del techo del ascensor. Este, ya tiene una pero por normativa tiene que quedar una libre. Además necesitamos una web cam con cable USB, una Raspberry Pi. También necesitaríamos un módulo de 2 relés para conectar las salidas de la Raspberry libres de potencial a las entradas de los pulsadores de cabina. El cuadro de techo tiene salidas de 24 V que perfectamente pueden ser la alimentación de la placa de los relés.

- Raspberry pi 4



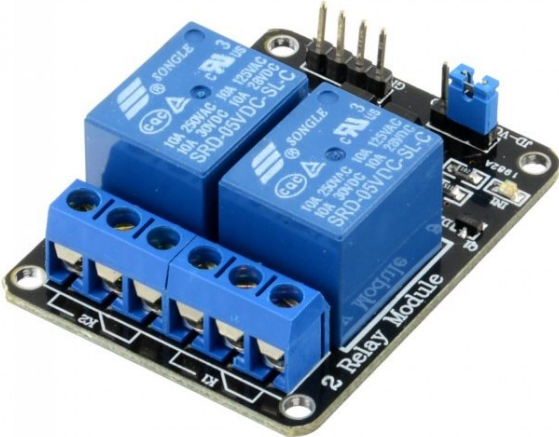
- Adaptador de corriente USB-C de 5V



- Webcam



- Módulo de dos relés



- Cable de 1mm



2.6 Esquema de conexionado

El conexionado del proyecto debe incluir partes necesarias en la instalación propia del ascensor. También la configuración del ascensor debería ser sin reenvío a planta y con las puertas abiertas.

Además, hay que sacar otro enchufe en paralelo del enchufe del cuadro de techo de la cabina, del cual cogemos el tensión para el adaptador de potencia de la Raspberry pi.

La Raspberry Pi la podemos colocar en un carril de la misma caja de protecciones, que se aconseja que tenga ventilación asistida bajo temperatura. La placa de relés también la podemos colocar al lado de la misma y pasar las salidas de los relés en paralelo con las salidas de los pulsadores de la botonera de cabina.

En la página 69 del PDF adjunto KdtEVO, encontramos el esquema que hace referencia a la conexión de la tarjeta KEC, la cual contiene las conexiones de los pulsadores de cabina, alimentación de 24 V. En concreto, para un ascensor de dos paradas se utilizaría una manguera de 4 hilos, como indica el esquema, la W600. En ella encontramos XC23.2 para la planta 0 y XC23.3 para la planta 1 y la XC23.1 para los 24 V.

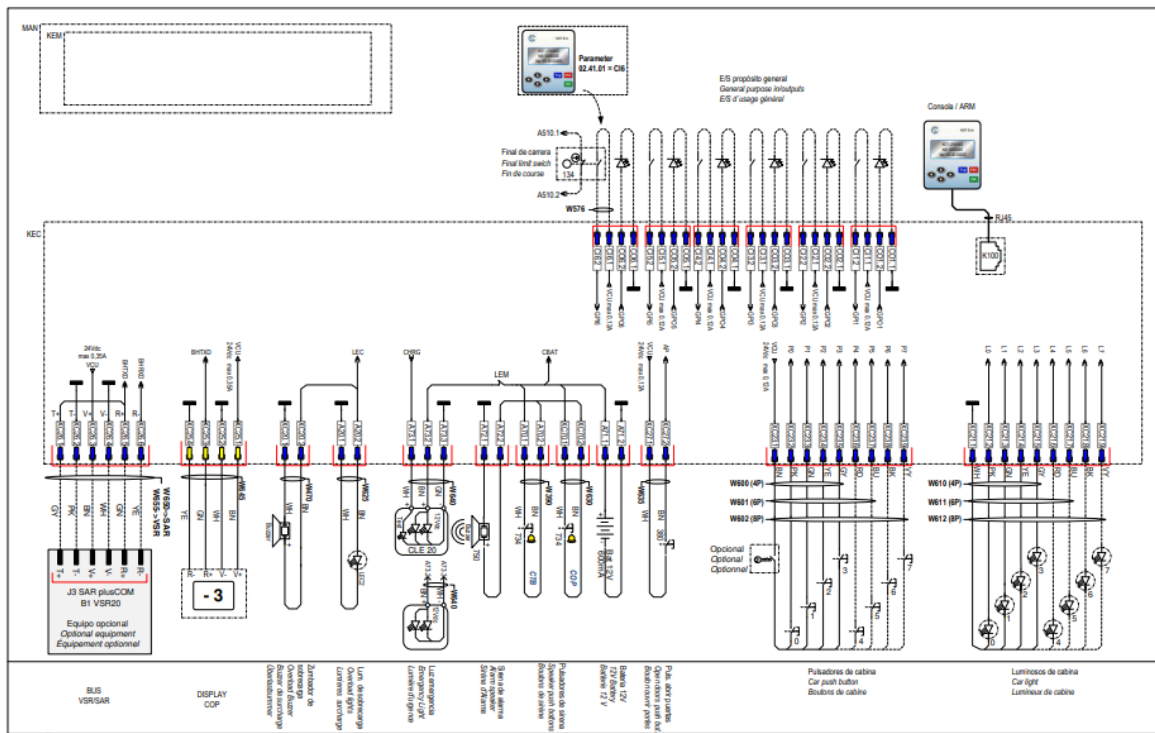


Figura 2.2: Esquema de conexiones de cabina

El cable USB de la cámara debe llegar hasta el techo de la cabina interior. Esta puede ir colocada con dos tornillos y el cable puede pasar por entre las fijaciones del techo. Debe quedar enfocada para que cubra la mitad superior alta del pasajero con necesidades especiales. Tanto si va en una silla como si no, hay que asegurarse que sepa de hacia donde tiene que encararse para recibir bien el posicionado de las manos.

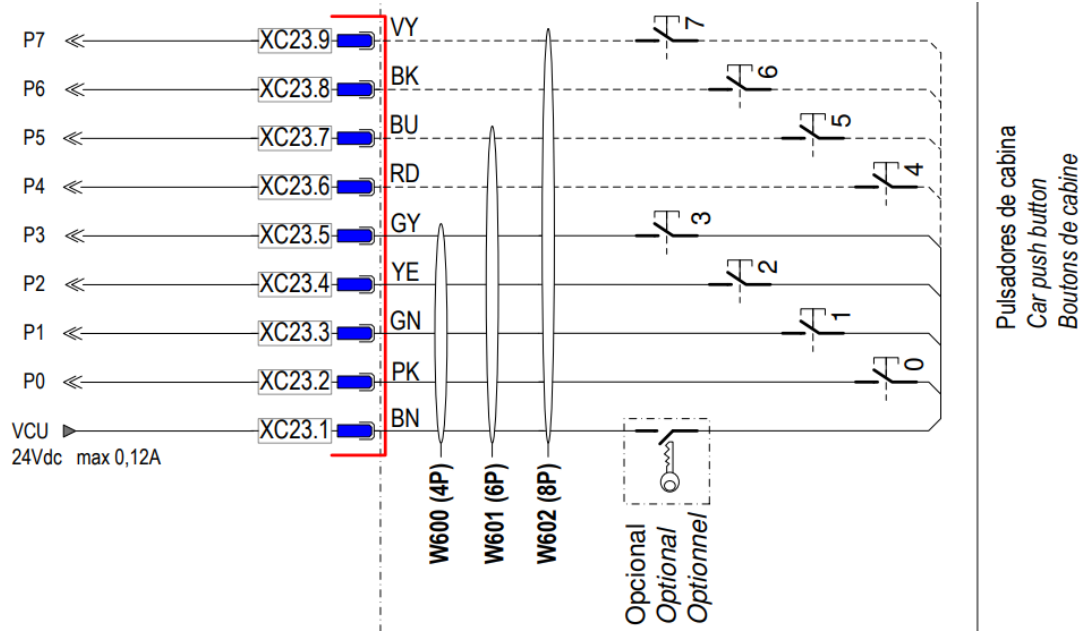


Figura 2.3: Entradas de pulsadores de cabina

Hay que hacer el conexionado de la manguera de 5 hilos que nos proviene de la botonera, a unas bornas de conexión. De esta, sacaremos los puentes necesarios para alimentar con 24 V a los relés, en la parte de la potencia y pondremos los puentes también para doblar la entrada a la placa desde el módulo de llamada asistida. De esta manera menos invasiva, conservaremos el conector que el fabricante nos envía.

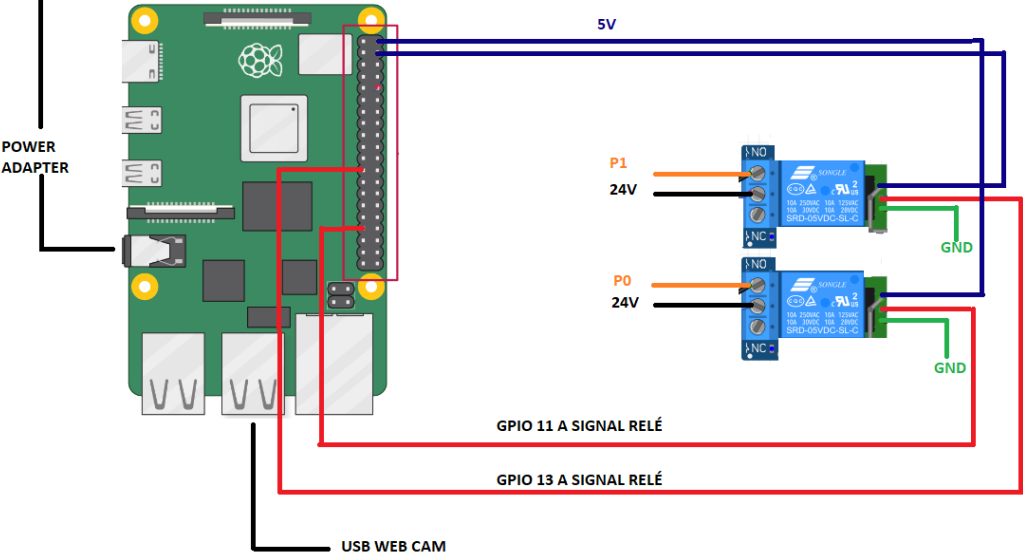


Figura 2.4: Ejemplo de conexionado de reles a Raspberry Pi

2.7 Presupuesto

El presente presupuesto tiene como objetivo proporcionar una estimación detallada y completa de los costos asociados con la implementación del proyecto de instalación de un módulo de llamada asistida mediante visión artificial en el cuadro de techo de la cabina de un ascensor hidráulico. Cabe destacar que el alcance del presupuesto abarcará no solo el costo del módulo de llamada asistida, sino también todos los elementos necesarios para llevar a cabo la instalación completa y funcional del sistema.

Durante el desarrollo del proyecto, se prevé un período de duración de aproximadamente 3 semanas para llevar a cabo todas las etapas de implementación, pruebas y ajustes necesarios para asegurar un funcionamiento óptimo del módulo en el ascensor. Asimismo, se incluirá una fase de formación dirigida al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema, con el fin de garantizar una adaptación exitosa y eficiente del módulo a nuevas ubicaciones o configuraciones.

En este presupuesto, se contemplarán todos los aspectos relacionados con los materiales, la mano de obra, así como los honorarios del desarrollo del software y los equipos necesarios para la correcta puesta en marcha del proyecto. Además, se considerará el costo del montaje por la empresa Electrotec, así como la adquisición del ascensor completo por parte de la empresa Raloe, quienes brindarán un servicio integral para garantizar la implementación exitosa del sistema.

Cabe destacar que, además de los elementos mencionados, se incluirá el costo de una Raspberry Pi 4, una cámara compatible con Raspberry Pi, y un módulo de relés, los cuales serán fundamentales para la funcionalidad del módulo de llamada asistida mediante visión artificial.

Además, se hará hincapié en que la formación y asistencia para adaptar el módulo a nuevas ubicaciones o condiciones será proporcionada de manera gratuita, lo que permitirá una rápida y efectiva implementación en futuros proyectos o en otras instalaciones.

A continuación, se presenta el desglose detallado de los costos que comprenden este presupuesto, con el objetivo de proporcionar una visión completa y transparente de todas las inversiones requeridas para llevar a cabo este importante proyecto de accesibilidad y asistencia a personas con dificultades músculo-esqueléticas. Además, será un anexo de este proyecto que se adjuntará con los demás archivos.

Concepto	Precio (Euros)
Obra	2400 €
Montaje por Electrotec	2000 €
Ascensor completo por Raloe	10882.16 €
Raspberry Pi 4	150 €
Cámara compatible con Raspberry Pi	30 €
Módulo de Relés	5 €
Software y Desarrollo del Sistema	500 €
Cables, conectores y accesorios	50 €
Caja o soporte para Raspberry Pi y módulo de relés	15 €
Total Presupuesto Estimado	16032.16 €

3 Pliego de condiciones - Proyecto de instalación de un elevador hidráulico sin barreras de interacción

3.1 Introducción al pliego de condiciones

Nombre del proyecto: Santo Tomás de Aquino 10, Algemés Datos del promotor: Enrique Rufino Colomer Vidal Datos del instalador autónomo: Javier García Peñalvén Fecha de inicio y duración estimada del proyecto: 01/11/2023 2. Objetivo: Instalar un elevador hidráulico sin barreras de interacción

Descripción general del proyecto y su finalidad:

El proyecto implica la instalación de un elevador hidráulico de la marca Raloe en una vivienda particular para mejorar la accesibilidad. Un trabajador autónomo especializado realizará la instalación, cumpliendo con las regulaciones locales. El promotor proporcionará acceso y pagará los costos acordados, mientras que el instalador garantizará la calidad y ofrecerá una garantía. Ambas partes formalizarán un acuerdo. El resultado será un elevador que mejora la accesibilidad en la vivienda y romperá con la instalación de visión artificial las barreras de interacción.

Propósito de la instalación del elevador hidráulico.

El propósito principal de este proyecto es mejorar la accesibilidad en una vivienda particular mediante la instalación de un elevador hidráulico sin barreras de interacción. Esto permitirá que los residentes, especialmente aquellos con movilidad reducida o discapacidades, puedan desplazarse de manera más fácil y segura entre las diferentes plantas de la vivienda. La instalación del elevador también puede aumentar la comodidad y la calidad de vida de los ocupantes al eliminar barreras arquitectónicas y facilitar el acceso a todas las áreas de la casa, contribuyendo así a su bienestar y autonomía.

3.2 Características técnicas de los materiales y equipos

- Capacidad de Carga: El elevador tiene una capacidad de carga de 385 kg, lo que lo hace adecuado para transportar personas y objetos de manera segura.
- Espacio en Cabina: La cabina tiene un espacio útil de 1258 mm x 1088 mm, lo que permite un cómodo desplazamiento de los ocupantes y la posibilidad de transportar objetos más grandes.
- Acabado en Melamina: La cabina tiene un acabado en melamina, que proporciona una apariencia atractiva y fácil de mantener.
- Pasamanos en Inox: Cuenta con pasamanos de acero inoxidable para mayor seguridad y comodidad de los usuarios.
- Espejo de Lamas: La cabina está equipada con un espejo de lamas para mayor conveniencia y seguridad al entrar y salir del elevador.
- Motor Monofásico: El elevador utiliza un motor monofásico de 3 CV con una intensidad nominal de 14.5 A.
- Flujo de Aceite: El sistema hidráulico tiene un flujo de aceite de 18 litros por minuto.
- Recorrido: El elevador tiene un recorrido vertical de 3450 mm.
- Foso Reducido: Requiere un foso reducido de 350 mm, lo que facilita su instalación en espacios limitados.
- Maniobra Carlos Silva KDTevo: Utiliza un sistema de maniobra de Carlos Silva KDTevo para un control preciso y seguro.
- Presión de Trabajo: El sistema hidráulico opera a una presión de trabajo de 47.65 bar.
- Puertas de Cabina Fermator: Las puertas de la cabina son de la marca Fermator y cuentan con un variador para un funcionamiento suave y seguro.
- Paso Libre: El elevador tiene un paso libre de 900 mm x 2000 mm para facilitar la entrada y salida.
- Botonera de Cabina: La botonera de cabina está montada en una columna de acero inoxidable mate y cuenta con una pantalla TFT de 2.8" para la selección de pisos y funciones adicionales.
- Puertas de Rellano: Las puertas de rellano son de acero inoxidable y tienen dos hojas, lo que proporciona un acceso seguro y conveniente a los pisos.

3.3 Lista de los materiales y equipos necesarios para la instalación.

Materiales:

- Elevador hidráulico con todas sus piezas y componentes.
- Pasamanos de acero inoxidable.
- Espejo de lamas.
- Elementos de fijación y anclaje, como pernos, tuercas y tornillos.
- Aceite hidráulico y otros fluidos necesarios para el sistema.
- Paneles de melamina u otros materiales de acabado para la cabina.
- Puertas de cabina Fermator con variador.
- Fococélula de seguridad.
- Botonera de cabina con pantalla TFT.
- Puertas de rellano desmontadas en acero inoxidable.
- Otros componentes eléctricos y electrónicos, como cableado, relés y dispositivos de control.
- Elementos de seguridad, como barandillas y sistemas de alarma.
- Aislantes y material de insonorización, si es necesario.
- Material para la construcción del foso, si no está presente.

Herramientas:

- Herramientas eléctricas, como taladro, destornilladores eléctricos y
- sierras.
- Herramientas manuales, como llaves, alicates y destornilladores.
- Equipos de soldadura, si es necesario para la instalación.
- Nivel láser para garantizar la alineación adecuada.
- Equipos de medición, como cintas métricas y niveles.

- Equipo de elevación, como grúas o poleas para la instalación de componentes pesados.
- Equipos de seguridad personal, como cascos, guantes y gafas de protección.
- Equipo de limpieza para mantener limpio el área de trabajo.
- Material de sellado y aislamiento, como silicona y espuma de poliuretano.
- Material de carpintería para trabajos de ajuste y acabado.
- Cajas de herramientas y organizadores para mantener las herramientas en orden.

3.4 Ejecución de la Obra

3.4.1 Descripción de los pasos y etapas de la instalación.

- Paso 1: Planificación y preparación

Inspeccionar el sitio de instalación para verificar que cumple con los requisitos de espacio y estructurales necesarios. Obtener los permisos y autorizaciones necesarios de las autoridades locales y cumplir con las regulaciones aplicables. Evaluar la ubicación adecuada para el foso y el acceso a la cabina.

- Paso 2: Preparación del sitio

Excavar y construir el foso en el que se colocará la parte inferior del elevador hidráulico. Realizar cualquier trabajo de preparación estructural necesario, como la construcción de bases sólidas y refuerzos de soporte.

- Paso 3: Montaje de la estructura del elevador

Montar la estructura del elevador, que incluye los rieles guía y la plataforma de la cabina, asegurándose de que estén nivelados y alineados correctamente.

- Paso 4: Instalación de componentes hidráulicos

Instalar el sistema hidráulico, que incluye la unidad de potencia, la bomba, el cilindro y las tuberías hidráulicas. Conectar y probar las tuberías hidráulicas para garantizar que no haya fugas.

- Paso 5: Montaje de la cabina

Ensamblar la cabina del elevador, incluyendo las paredes, el techo y el suelo. Instalar el pasamanos de acero inoxidable, el espejo de lamas y otros accesorios.

- Paso 6: Cableado y componentes eléctricos

Realizar el cableado eléctrico para conectar todos los componentes eléctricos, como los botones de control, la botonera de cabina y las luces. Conectar los dispositivos de seguridad y realizar pruebas eléctricas.

- Paso 7: Pruebas y ajustes

Realizar pruebas de funcionamiento para asegurarse de que el elevador se mueva suavemente y responda correctamente a los comandos. Ajustar la velocidad, la aceleración y otros parámetros según sea necesario para cumplir con las normativas de seguridad.

- Paso 8: Inspecciones y certificaciones

Programar inspecciones por parte de autoridades reguladoras y técnicos certificados para verificar el cumplimiento de todas las normativas y regulaciones aplicables.

- Paso 9: Entrega y capacitación

Entregar el elevador a los propietarios y usuarios, proporcionando capacitación sobre su uso seguro y correcto. Entregar toda la documentación, manuales y garantías correspondientes.

- Paso 10: Mantenimiento y servicio postventa

Establecer un plan de mantenimiento periódico para garantizar el funcionamiento continuo y seguro del elevador. Ofrecer servicio postventa y atención al cliente para abordar cualquier problema o necesidad futura.

3.4.2 Planificación temporal detallada.

- 1. Planificación y Preparación (1 semana):

Obtener los permisos y autorizaciones necesarios. Evaluar la ubicación adecuada para el foso y el acceso a la cabina.

- 2. Preparación del Sitio (3 días):

Excavar y construir el foso requerido. Realizar trabajos de preparación estructural si es necesario.

- 3. Montaje de la Estructura del Elevador (2 días):

Montar la estructura del elevador, incluyendo rieles guía y plataforma de cabina.

- 4. Instalación de Componentes Mecánicos (2 días):

Instalar el sistema hidráulico, que incluye la unidad de potencia, la bomba, el cilindro y las tuberías hidráulicas.

- 5. Montaje de la Cabina (1 día):

Ensamblar la cabina del elevador, incluyendo paredes, techo y suelo. Instalar pasamanos y espejo de lamas.

- 6. Instalación Eléctrica y Configuración (2 días):

Realizar la instalación eléctrica, conectando los componentes eléctricos y los dispositivos de seguridad. Configurar las paradas y realizar pruebas eléctricas.

- 7. Pruebas y Protocolo de Finalización (2 días):

Realizar pruebas de funcionamiento para garantizar un correcto desempeño y seguridad. Completar un protocolo de finalización y garantía de calidad.

- 8. Inspecciones y Certificaciones (1 semana):

Programar inspecciones por parte de autoridades reguladoras y técnicos certificados.

- 9. Entrega y Capacitación (1 día):

Entregar el elevador a los propietarios y usuarios, proporcionando capacitación sobre su uso seguro y correcto. Entregar toda la documentación, manuales y garantías correspondientes.

- 10. Mantenimiento y Servicio Postventa (Ongoing):

Establecer un plan de mantenimiento periódico para garantizar el funcionamiento continuo y seguro del elevador. Ofrecer servicio postventa y atención al cliente para abordar cualquier problema o necesidad futura.

3.4.3 Normativas y regulaciones a cumplir durante la instalación.

Adjuntar el Plan de Seguridad y Salud como anexo en el proyecto es una práctica esencial para cumplir con las normativas de seguridad laboral. Este documento detalla las medidas de seguridad y procedimientos que deben seguirse en la obra. Al ser un anexo, facilita la claridad, transparencia y actualización de las medidas de seguridad, cumpliendo con el requisito de obligado cumplimiento por normativa. Además, permite una rápida referencia y consulta por parte de los involucrados en el proyecto, contribuyendo a la seguridad de todos en el lugar de trabajo.

3.4.4 Normativa y regulaciones existentes

El plan de seguridad y salud no solo cumple con las normativas de seguridad laboral, sino que también establece una base sólida para garantizar la seguridad de todas las partes involucradas en la instalación del elevador hidráulico, incluyendo al promotor, al instalador y al trabajador autónomo. A continuación, se detalla cómo el plan aborda estos aspectos cruciales:

Responsabilidades del Instalador Autónomo:

El Plan de Seguridad y Salud establece claramente las responsabilidades del instalador autónomo en cuanto a la ejecución segura de la obra. Incluye directrices sobre cómo llevar a cabo la instalación del elevador de manera segura y en cumplimiento con las normativas de seguridad aplicables. Esto garantiza que el instalador autónomo esté plenamente informado sobre sus obligaciones y compromisos en materia de seguridad durante la obra.

Medidas de Seguridad a Seguir Durante la Obra:

El plan también proporciona una descripción detallada de todas las medidas de seguridad que deben observarse durante la obra. Esto abarca desde la preparación del sitio hasta la instalación de componentes, las pruebas y la entrega final. Incluye pautas para prevenir accidentes y lesiones, así como procedimientos de respuesta en caso de emergencia. Todas estas medidas están diseñadas para salvaguardar la integridad física de quienes trabajan en el proyecto.

Derechos y Obligaciones del Promotor:

El Plan de Seguridad y Salud no se limita a las responsabilidades del instalador y del trabajador autónomo; también aborda los derechos y obligaciones del promotor. Esto incluye la obligación de proporcionar un entorno de trabajo seguro y garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad establecidas en el plan. El promotor también tiene el derecho de solicitar y verificar que se estén siguiendo las pautas de seguridad adecuadamente.

Es importante destacar que el Plan de Seguridad y Salud es un documento que debe ser firmado por todas las partes involucradas en el proyecto, incluyendo al promotor, al instalador y al trabajador autónomo. Esta firma representa un compromiso mutuo de cumplir con las medidas de seguridad establecidas y garantizar un entorno de trabajo seguro para todos.

3.4.5 Obligaciones bidireccionales

Compromiso de pagar los costos acordados de instalación: El promotor se compromete de manera obligatoria a pagar los costos acordados para la instalación del elevador. Esta obligación financiera es esencial para financiar y completar con éxito el proyecto.

Declaración de conformidad con las especificaciones técnicas: Todas las partes involucradas, incluyendo el instalador y el promotor, tienen la obligación de adherirse

estrictamente a las especificaciones técnicas del proyecto. Esto asegura que la instalación se realice de acuerdo con los estándares y requisitos técnicos establecidos.

3.5 Derechos y Obligaciones del Instalador Autónomo

Compromiso de cumplir con las especificaciones técnicas: El autónomo tiene la obligación de garantizar que la instalación del elevador se realice de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas. Esto asegura que el proyecto cumpla con los estándares técnicos requeridos.

Responsabilidad de la calidad de la instalación: El autónomo es responsable de la calidad de la instalación del elevador, asegurándose de que se realice de manera precisa y segura, cumpliendo con todas las normativas y regulaciones aplicables.

Plazo de Garantía de la instalación y del equipo: Además de la instalación, el autónomo debe proporcionar un plazo de garantía que cubra tanto la instalación como el equipo. Esto garantiza la fiabilidad y el rendimiento del elevador después de su instalación.

3.6 Inspección y Pruebas

La inspección será llevada a cabo mediante un checklist de instalación meticulosamente diseñado. Este checklist se utiliza para verificar y garantizar el funcionamiento correcto de cada componente y aspecto del elevador. Cada punto del checklist se evaluará minuciosamente para asegurarse de que se cumplan todas las especificaciones técnicas y regulaciones pertinentes. Este proceso de inspección es fundamental para garantizar la seguridad y eficiencia del elevador antes de su puesta en funcionamiento.

Las fechas programadas para estas inspecciones y pruebas están previstas para la finalización del montaje del elevador, una vez que todas las regulaciones de paradas y componentes estén instalados correctamente. Esto asegura que se realicen en el momento adecuado y que el elevador esté listo para su funcionamiento seguro y óptimo.

3.7 Costos y Pagos

Los pagos para la ejecución del proyecto del elevador se dividen en tres etapas:

El 50% se realiza a la descarga del elevador en la vivienda, marcando el inicio de la ejecución del proyecto.

Un 25% adicional se abona a la finalización del montaje del elevador, indicando la etapa de instalación completada con éxito.

El último 25% se efectúa una vez se ha realizado la legalización y se establece el contrato de mantenimiento del elevador, garantizando su funcionamiento continuo y seguro.

3.8 Firma y aprobación

Firma con el Cliente y Comercial: Se realiza una firma con el cliente y el representante comercial de la empresa suministradora del elevador para acordar las condiciones del aparato y establecer los términos de la instalación.

Firma con el Instalador y la Empresa Suministradora: Se lleva a cabo una firma con el instalador y la empresa suministradora del elevador para confirmar la ejecución exitosa del proyecto y garantizar que se cumplan todas las especificaciones técnicas y de seguridad.

Firma en el Contrato de Mantenimiento: Finalmente, se firma el contrato de mantenimiento, en el cual se establecen los términos y condiciones para el servicio continuo y el mantenimiento del elevador después de la instalación, garantizando su funcionamiento a largo plazo y la seguridad de los usuarios.

4 Conclusión

4.1 Conclusión de la ejecución del proyecto

En el transcurso de este proyecto, hemos abordado la creación de un sistema de detección de movimiento a través de scripts de Python y la visión artificial, implementado en una Raspberry Pi junto con una cámara y un módulo de relés. Este sistema ha sido diseñado para ofrecer una solución asistida para la eliminación de barreras de interacción a la hora de pulsar la planta de nuestra botonera. Permitiendo a las personas con enfermedades degenerativas interactuar con mayor facilidad y autonomía en su entorno. Logrando así que nadie se sienta impedido a la hora de entrar a su casa y moverse por la misma.

La importancia de este proyecto radica en su impacto positivo en la vida de las personas que padecen enfermedades degenerativas, que pueden enfrentar dificultades en su capacidad motora y comunicativa, a un ritmo muy acelerado. El diseño de un sistema que les permita activar el llamado a planta de manera sencilla y precisa mediante la detección de movimiento, representa una mejora significativa en su calidad de vida y les brinda una mayor independencia en su día a día, lo cual es algo muy importante en la aceptación de ciertas enfermedades.

Al integrar la visión artificial a través de la cámara de la Raspberry Pi, hemos logrado una solución eficiente y accesible para detectar la posición de la mano del usuario. Esta tecnología nos ha permitido identificar la mano izquierda y derecha, lo que se traduce en una interacción más natural y fluida con el sistema de llamado a planta del ascensor.

Durante el desarrollo del proyecto, hemos considerado aspectos técnicos para garantizar la precisión y fiabilidad del sistema. La utilización de TensorFlow y OpenCV nos ha brindado herramientas potentes para implementar la detección de movimiento y la clasificación de la posición de la mano con gran eficacia.

En resumen, este proyecto representa un avance significativo en la implementación de soluciones tecnológicas asistivas para personas con enfermedades degenerativas. La combinación de la Raspberry Pi, la cámara, el módulo de relés y las librerías de Python nos

ha permitido desarrollar un sistema robusto y accesible, con el potencial de mejorar la calidad de vida de aquellos que lo necesiten, sin costos muy elevados.

Este proyecto ha sido más que una experiencia técnica, un acto de empatía hacia quienes enfrentan dificultades en su día a día. En última instancia, aspiramos a que estas tecnologías sean ampliamente adoptadas en la sociedad, fomentando una mayor inclusión y mejorando la calidad de vida de todas las personas, sin importar sus capacidades físicas. Necesitamos un paso hacia un mundo más empático y solidario, donde la tecnología se convierte en una aliada para mejorar la vida de todas las personas, sin dejar a nadie atrás y colaborando con los ODS de la unión europea.

4.2 Ensayos de prueba

Para garantizar que nuestro proyecto cumpla con los estándares de eficacia y fiabilidad, hemos llevado a cabo una serie de ensayos exhaustivos. Estos ensayos nos han permitido evaluar y perfeccionar el funcionamiento de nuestro sistema de detección basado en visión artificial. Se van a realizar desde el PC, con una cámara web y se crearán los diferentes ambientes dentro de una habitación que podría simular el tamaño del ascensor, creando un espacio mas pequeño fácilmente

En esta sección, exploraremos tres tipos diferentes de ensayos, cada uno diseñado para abordar aspectos cruciales de la implementación de nuestro sistema:

- **1. Ensayo de Intensidad Lumínica:** Aquí, analizaremos cómo el nivel de iluminación ambiental afecta al rendimiento de nuestro sistema de detección. Comprenderemos cómo la intensidad lumínica puede influir en la capacidad de nuestro sistema para detectar gestos y movimientos de las manos de manera precisa.
- **2. Ensayo de enfoque:** En este ensayo, se evaluará cómo varía la eficacia de la detección en función de la distancia entre la cámara y el usuario. Este análisis es crucial para garantizar que nuestro sistema funcione de manera óptima en una amplia gama de situaciones, independientemente de la ubicación del pasajero en el ascensor, además de encontrar la mejor situación posible.
- **3. Ensayo de Estabilidad:** Por último, pero no menos importante, realizaremos un ensayo de estabilidad para determinar cómo nuestro sistema responde ante posibles temblores o movimientos involuntarios por parte del usuario. La estabilidad es esencial para garantizar que nuestro sistema no genere falsos positivos o negativos, lo que podría dificultar la experiencia del usuario.

Cada uno de estos ensayos juega un papel fundamental en la validación y mejora continua de nuestro proyecto. Se quiere proporcionar un sistema de llamada asistida confiable y accesible que empodere a las personas con movilidad reducida.

Esta introducción puede servir como punto de partida para explicar los ensayos que has realizado en tu proyecto, destacando su importancia en la validación y mejora de tu sistema de detección por visión artificial.

4.3 Ensayo de intensidad lumínica

Con este ensayo se pretende analizar hasta qué punto sería influyente la luz en la cabina del ascensor. Se crearán tres ambientes con una luz que esta dotada de potenciómetro y realizaremos una detección con el mismo a tope, otro con el potenciómetro en el medio y por último, antes de apagar la misma.

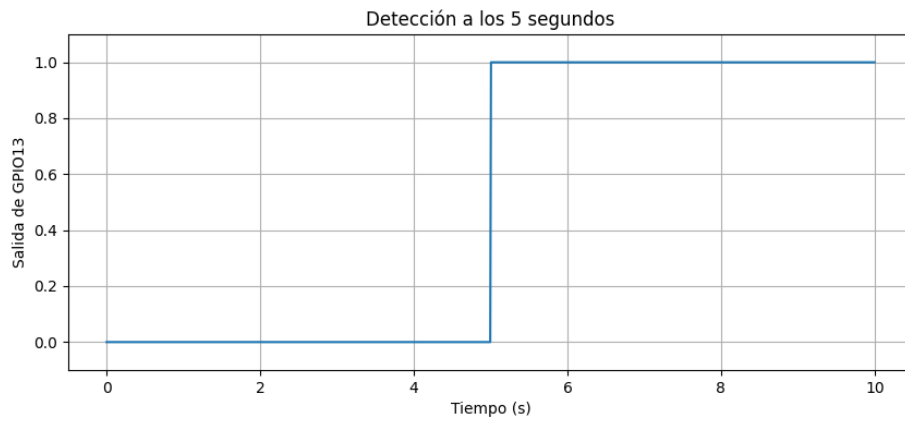


Figura 4.1: Prueba con el 100% de luz

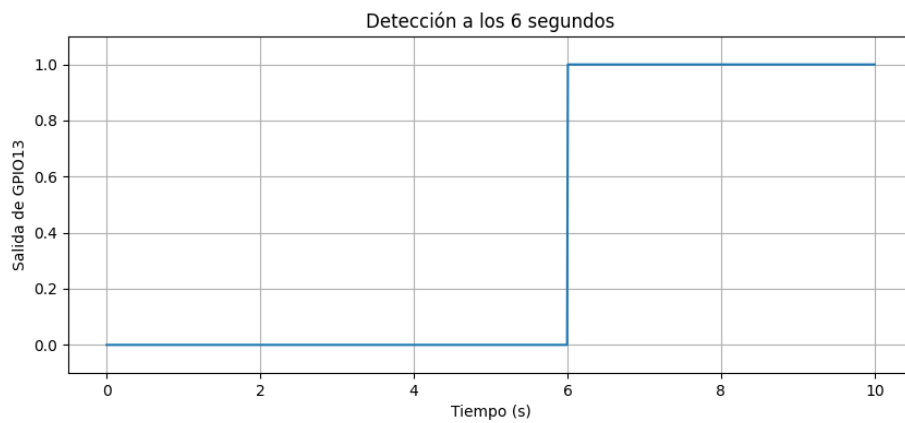


Figura 4.2: Prueba con el 50% de luz

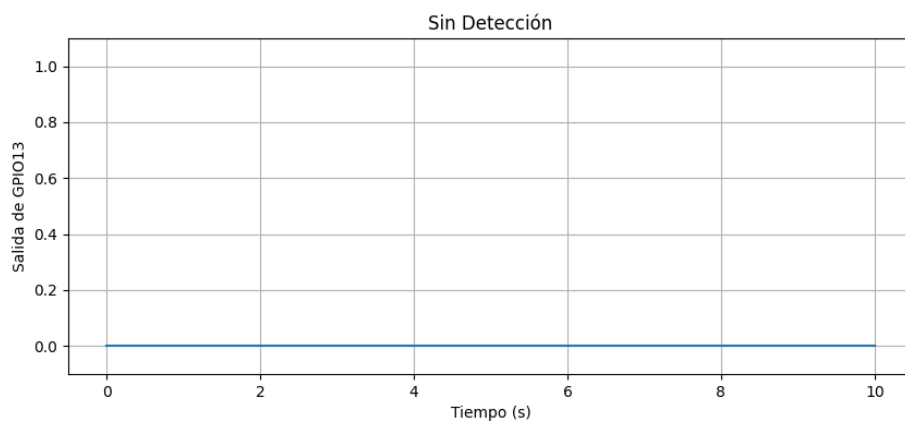


Figura 4.3: Prueba con el 20% de luz

La conclusión de estos ensayos indica que se requiere un nivel mínimo de luz para la detección. Sin embargo, incluso con una iluminación baja, la detección puede ocurrir

casi al mismo tiempo que con una iluminación al 100%. Es importante destacar que, aunque con un 20% de luz la detección no funciona, con fuentes de luz en cabina, como fluorescentes o incluso con ojos de buey fundidos, el sistema sigue siendo efectivo, lo que resulta valioso para abordar averías comunes.

4.4 Ensayo de enfoque

En este ensayo, se determinará la capacidad de la cámara para ajustar su enfoque y ubicación de acuerdo con diferentes alturas y posiciones en el interior de la cabina del ascensor. En lugar de simplemente analizar la distancia, nos centraremos en la versatilidad del sistema para adaptarse a diferentes ubicaciones y enfoques. Por ejemplo en el techo de la cabina, con el enfoque hacia debajo, a mitad de altura entre el techo de la cabina y el nivel de la cabeza y por último, a nivel de la cabeza de una persona sentada. Esta prueba se propone para evaluar la capacidad del sistema en condiciones de uso real en un ascensor, donde los pasajeros pueden variar en altura y posición. A través de este ensayo, buscamos determinar la eficiencia del sistema en la adaptación a diversas configuraciones y garantizar un rendimiento óptimo en todas las situaciones.

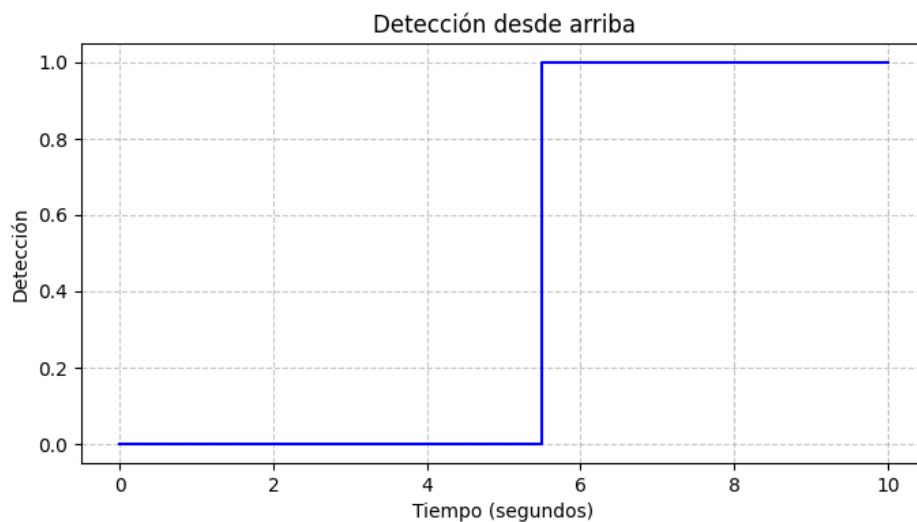


Figura 4.4: Prueba de detección desde el techo

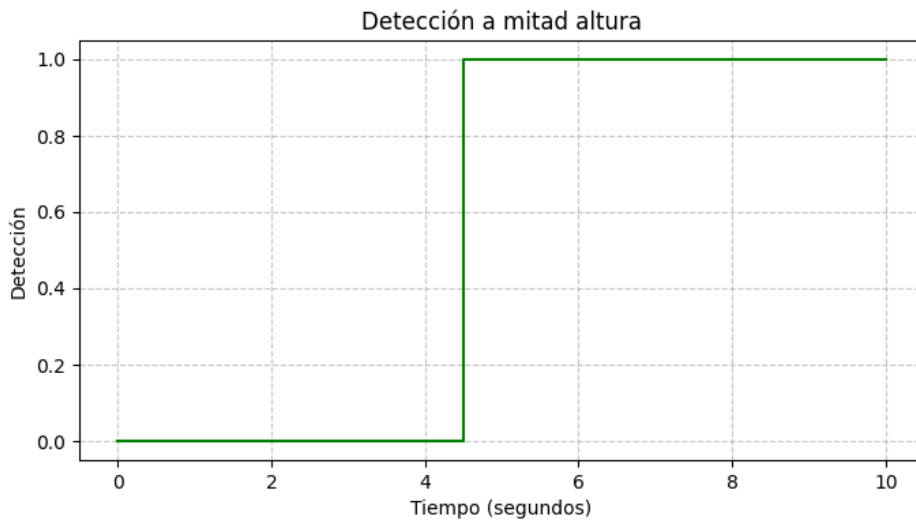


Figura 4.5: Prueba de detección desde una altura mas baja

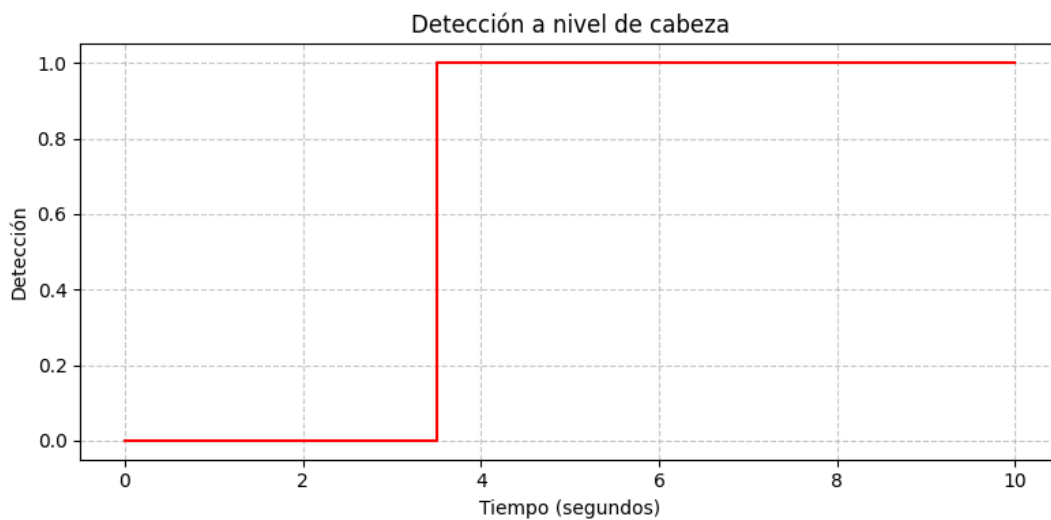


Figura 4.6: Prueba de detección a nivel de la cabeza

Tras realizar pruebas de enfoque en diferentes alturas, se concluye que la posición de la cámara no necesita una inclinación directa para detectar la mano del pasajero. La detección es efectiva en una variedad de ángulos, lo que facilita la entrada del pasajero con necesidades especiales sin requerir giros o ingresos de espaldas. Este enfoque flexible elimina eficazmente las barreras de interacción y garantiza la accesibilidad a bordo, mejorando la experiencia del usuario.

Esta conclusión destaca la versatilidad del sistema al permitir una detección efectiva en diversas posiciones de la cámara, lo que facilita la entrada de pasajeros con movilidad reducida y contribuye a la eliminación de barreras de interacción.

4.5 Ensayo de estabilidad

Este ensayo se enfoca en la estabilidad del sistema en situaciones en las que el pasajero pueda experimentar dificultades motoras o temblores en las manos. Evaluaremos cómo el sistema se comporta ante variaciones en la estabilidad del usuario y si aún puede detectar los gestos de manera efectiva en estas circunstancias.

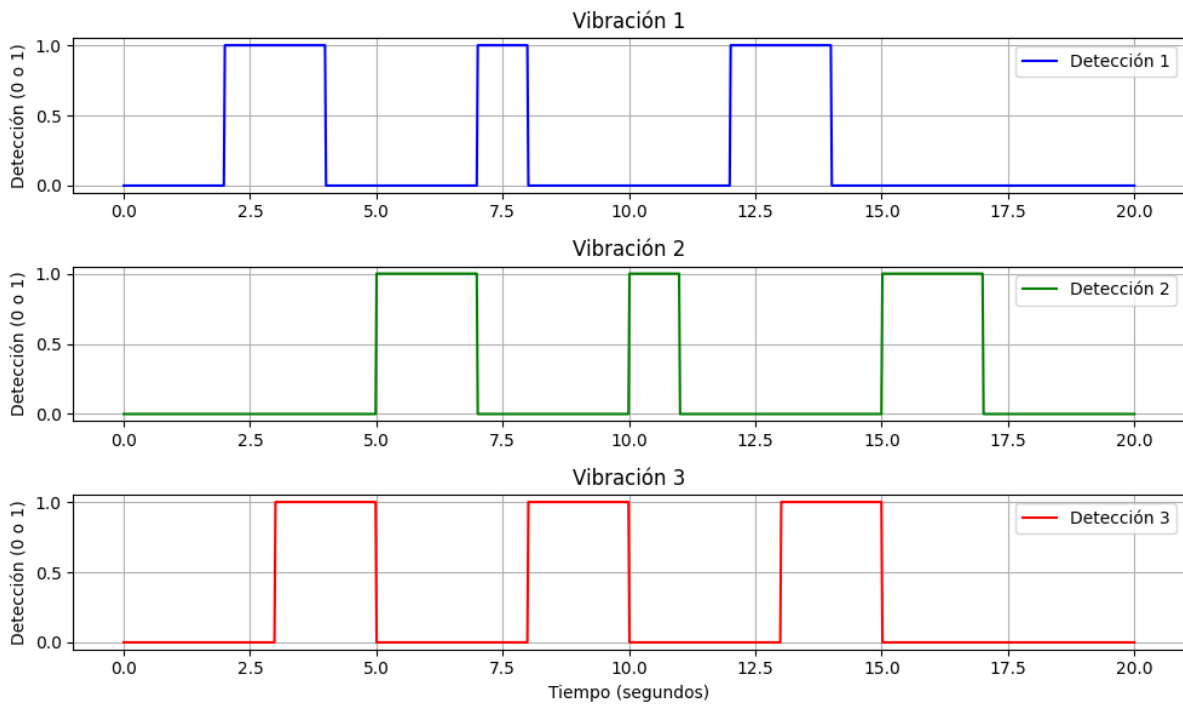


Figura 4.7: Pruebas de estabilidad

Durante el ensayo de estabilidad, se ha comprobado que el sistema es altamente eficiente en la detección de gestos, incluso en condiciones de estabilidad reducida. La rápida respuesta del sistema ante movimientos mínimos de la mano demuestra su capacidad para eliminar las barreras de interacción. Además, al realizar las pruebas con condiciones óptimas de iluminación y un enfoque directo, se confirma que el sistema es capaz de lograr detecciones certeras en la mayoría de los casos. Aunque en ocasiones el porcentaje de similitud no alcance el 100 %, el sistema sigue siendo altamente funcional y accesible para personas con necesidades especiales, garantizando una experiencia de uso sin obstáculos significativos.

4.6 Propuestas de mejora

- Mejorar la precisión del reconocimiento de manos mediante técnicas de visión artificial. Esta mejora se puede hacer con otras herramientas de tensor flow y de MediaPipe, pero requeriría una mejor cámara y mas capacidad de proceso.
- Integrar un sistema de reconocimiento de voz para permitir al usuario activar el pulsador mediante comandos de voz.
- Diseñar una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para configurar y personalizar las preferencias del usuario. Se podría conseguir a través de una APP con la que se cambian las fotos de los entrenamientos.
- Incluir un sistema de registro y análisis de datos para recopilar información sobre el uso del asistente y mejorar su funcionalidad con el tiempo.
- Añadir una función de detección de caídas para alertar automáticamente a los cuidadores en caso de una posible emergencia.
- Retroalimentación visual y auditiva: Añade retroalimentación visual y/o auditiva al usuario cuando se detecte correctamente el gesto y se active el pulsador. Esto proporcionará una confirmación clara de que la acción ha sido realizada con éxito.
- Notificaciones a través de Telegram: Enviar notificaciones a través de la plataforma de mensajería Telegram a los familiares o cuidadores designados cuando el pasajero con necesidades especiales utilice el sistema de asistencia.

4.7 Planos añadidos

Para especificar bien este proyecto, se añadirán planos de Solidworks, en los que se puede analizar en 3d la situación del hueco en la planta baja, su altura y la posición exacta en el plano. También, los esquemas de conxeionado visuales de la Raspberry pi con los relés y los pulsadores de cabina. También se añaden los planos del cuadro de protecciones necesarios para la instalación, el cual predecerá al cuadro de maniobra. El presupuesto de la empresa instaladora para realizar todo el trabajo completo. Y como adaptación a la nueva normativa, el plan de seguridad y salud, junto con la gestión de residuos.

- **Vivienda 3d:** Este es un diseño 3d para adjuntar al equipo instalador para que no existan confusiones y a simple vista, se pueda ubicar el elevador.
- **Plan SyS:** plan de seguridad y salud que deberán cumplir todos los subcontratados por la empresa instaladora. Como documentación complementaria.
- **Presupuesto de la instalación:** Este es el presupuesto de la instaladora para realizar la instalación del elevador junto con la implementación de visión artificial.
- **Raspberry pi rele:** Esquema de conexionado
- **Esquema de conexionado:** esquema eléctrico de conexionado para poder realizar el cuadro eléctrico de la implementación.
- **Detección y clasificación de manos:** archivos que contienen los scripts para crear la red neuronal convolucional.
- **Esquema de protecciones aisladas:** Esquemas de las protecciones necesarias para la instalación y debidamente separadas.

Bibliografía

- Dirección general de trabajo. (2007). IV Convenio colectivo general del sector de la construcción. Libro II, Título IV: Disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en las obras de construcción. (vid. pág. 39).
- Jefatura de Estado. (2003). Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. *Modifica la Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales BOE 13/12/2003 (vid. pág. 40).
- Jefatura de estado. (2006). Ley reguladora de la subcontratación en el Sector de la construcción. (vid. pág. 39).
- Ministerio de asuntos sociales. (1998a). Modifica el R.D.39/97, de 17 de enero, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales. *Modifica los plazos para el cumplimiento del R.D. 39/97 BOE 01/05/1998 (vid. pág. 40).
- Ministerio de asuntos sociales. (1998b). Modifica el R.D.39/97, de 17 de enero, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales. *Modifica los plazos para el cumplimiento del R.D. 39/97 BOE 01/05/1998 (vid. pág. 40).
- Ministerio de industria y energía. (1997). disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores. *Modificado por Real Decreto Real Decreto 1644/2008. *Derogada por Real Decreto 203/2016 BOE 07/08/1997 (vid. pág. 40).
- Ministerio de la presidencia. (2010a). Modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE 26/03/2009 (vid. pág. 38).
- Ministerio de la presidencia. (2010b). Modifica el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, aprobado por Real Decreto 783/2001, de 6 de julio. (vid. pág. 38).

- Ministerio de presidencia. (1997). Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE 12/06/1997 (vid. pág. 40).
- Ministerio de presidencia. (2001a). Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. *DEROGA el capítulo VI del Título II de la ordenanza aprobada por BOE-A-1971-380. BOE nº 148 21/06/2001 (vid. pág. 40).
- Ministerio de presidencia. (2001b). Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. *Normas básicas de protección radiológica, para trabajadores y público expuestos. *Modificado por R.D. 1439/2010. *Ver también Orden IET/1946/2013. BOE 26/07/2001 (vid. pág. 40).
- Ministerio de presidencia. (2004a). Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. *Modificado por Real Decreto 2177/2004. BOE 07/08/1997 (vid. pág. 40).
- Ministerio de presidencia. (2004b). Modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. *Modifica también: R.D. 486/1997 y R.D. 1627/1997.*Para andamios y otros, Guía Técnica INSHT. BOE 13/11/2004 (vid. pág. 39).
- Ministerio de presidencia. (2006). REAL DECRETO 286/2006. 10/03/2006. Ministerio de la Presidencia Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE 11/03/2006 (vid. pág. 39).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (1997a). Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Modificado por Real Decreto 2177/04. BOE 23/04/1997 (vid. págs. 38, 41).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (1997b). Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particula (vid. pág. 41).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2005). Protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. *Modificado por R.D. 330/2009. BOE 05/11/2005 (vid. pág. 39).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2006a). Modifica el Real Decreto 39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/05/2006 (vid. pág. 39).

- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2006b). Modifica el Real Decreto 39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE 29/05/2006 (vid. pág. 39).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2009). Modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada. BOE 07/03/2009 (vid. pág. 39).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2010a). Modifica el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. BOE 14/03/2009 (vid. pág. 39).
- Ministerio de trabajo y asuntos sociales. (2010b). Modifica:R.D.39/1997, que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; R.D.1109/2007, que desarrolla la Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el R.D.1627/1997, seguridad y salud en obras de construcción BOE 23/03/2010 (vid. pág. 38).
- Presidencia del gobierno. (1997). Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. *Deroga el R.D.1403/1986.*Modificado por el RD 598/2015. BOE 23/04/1997 (vid. pág. 41).
- REIT. (2008). Reglamento de Seguridad para Ascensores e Instalaciones de Transporte Vertical en la Comunidad Valenciana (vid. pág. 19).
- Santiago Sanchez. (13 de Mayo de 2022). *Deteccion de manos*. (Vid. pág. 46).
- UNE-EN 81. (1977). Seguridad de los ascensores y montacargas. Parte 1: Seguridad de los ascensores. Reglas para la construcción e instalación. Ascensores eléctricos Parte2: Seguridad de los ascensores. Reglas para la construcción e instalación. Ascensores hidráulicos (vid. pág. 19).
- UNE-EN 81. (2010). Eficiencia energética de los sistemas de transporte vertical para pasajeros y carga: elevadores, escaleras y rampas mecánicas Parte 1: Requisitos generales para la medición y la verificación de la energía consumida por los ascensores Parte2: Requisitos adicionales para los ascensores de pasajeros y de carga (vid. pág. 19).
- UNE-EN 81. (2014a). Ascensores eléctricos de pasajeros y de carga (vid. págs. 20, 21).
- UNE-EN 81. (2014b). Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores - Ascensores para el transporte de mercancías y de mercancías y personas - Reglas particulares (vid. págs. 20, 21).