



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Inclusión comunicativa de la comunidad usuaria de la
lengua de signos a través de herramientas de visión por
computadora

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Rodríguez Cots, Martín

Tutor/a: Roig Tierno, Honorat

CURSO ACADÉMICO: 2025/2026

Resumen

El presente trabajo analiza la viabilidad empresarial de una iniciativa que explora la comercialización de una aplicación móvil y web orientada a mejorar la accesibilidad comunicativa en microinteracciones entre personas oyentes y personas usuarias de lengua de signos. La solución se define como un producto mínimo viable, MVP, que transforma una entrada en lengua natural, en formato texto y, de forma opcional, voz o vídeo, en una salida visual basada en dactilología, sin pretender sustituir la interpretación profesional ni ofrecer traducción completa a lengua de signos.

El estudio se circunscribe al mercado español y prioriza un enfoque inicial B2B mediante licencia por centro, complementado por un canal B2C freemium como vía de visibilidad y validación. La metodología se apoya en fuentes secundarias y en marcos de análisis empresarial, como Business Model Canvas, PESTEL, Cinco Fuerzas de Porter, DAFO y CAME, para identificar condicionantes externos, riesgos competitivos, capacidades internas y acciones de mitigación.

La viabilidad del proyecto se evalúa desde una perspectiva presupuestaria, estimando los recursos necesarios para transformar el prototipo funcional en un MVP validable, realizar pilotos iniciales y sostener su evolución durante los dos primeros años. El presupuesto estimado asciende a 43.780 € para el primer año y a 90.090 € para el horizonte completo de veinticuatro meses. Asimismo, se analizan dos vías principales de financiación: financiación privada y financiación pública mediante convocatorias de apoyo a la innovación, accesibilidad o digitalización.

Los resultados permiten concluir que el proyecto presenta un encaje empresarial plausible, pero no una viabilidad plena en esta fase. Su avance queda condicionado a la obtención de financiación inicial suficiente, a la validación del MVP mediante pilotos B2B en contextos reales y al mantenimiento de un alcance funcional acotado, centrado en dactilología para microinteracciones concretas, preservando como requisitos la accesibilidad verificable, la comunicación responsable del producto y el cumplimiento normativo aplicable.

Palabras clave

Accesibilidad comunicativa; lengua de signos; dactilología; modelo de negocio; SaaS

Abstract

This paper analyses the business viability of an initiative that explores the commercialisation of a mobile and web application aimed at improving communicative accessibility in micro-interactions between hearing people and users of sign language. The solution is defined as a minimum viable product, MVP, which transforms an input in natural language, in text format and, optionally, voice or video, into a visual output based on fingerspelling, without intending to replace professional interpreting or offer full translation into sign language.

The study focuses on the Spanish market and prioritises an initial B2B approach through a licence per centre, complemented by a B2C freemium channel as a means of visibility and validation. The methodology is based on secondary sources and business analysis frameworks, such as the Business Model Canvas, PESTEL, Porter's Five Forces, SWOT and CAME, in order to identify external conditions, competitive risks, internal capabilities and mitigation actions.

The viability of the project is assessed from a budgetary perspective, estimating the resources needed to transform the functional prototype into a testable MVP, carry out initial pilots and sustain its development during the first two years. The estimated budget amounts to €43,780 for the first year and €90,090 for the full twenty-four-month period. In addition, two main funding options are analysed: private funding and public funding through calls supporting innovation, accessibility or digitalisation.

The results suggest that the project presents a plausible business fit, but not full viability at this stage. Its progress is conditional on obtaining sufficient initial funding, validating the MVP through B2B pilots in real contexts and maintaining a limited functional scope focused on fingerspelling for specific micro-interactions, while preserving verifiable accessibility, responsible product communication and compliance with applicable regulations as essential requirements.

Keywords

Communicative accessibility; sign language; fingerspelling; business model; SaaS

Resum

El present treball analitza la viabilitat empresarial d'una iniciativa que explora la comercialització d'una aplicació mòbil i web orientada a millorar l'accessibilitat comunicativa en microinteraccions entre persones oients i persones usuàries de llengua de signes. La solució es defineix com un producte mínim viable, MVP, que transforma una entrada en llengua natural, en format text i, de manera opcional, veu o vídeo, en una eixida visual basada en dactilologia, sense pretendre substituir la interpretació professional ni oferir una traducció completa a llengua de signes.

L'estudi se circumscriu al mercat espanyol i prioritza un enfocament inicial B2B mitjançant llicència per centre, complementat per un canal B2C freemium com a via de visibilitat i validació. La metodologia es basa en fonts secundàries i en marcs d'anàlisi empresarial, com el Business Model Canvas, PESTEL, les Cinc Forces de Porter, DAFO i CAME, per a identificar condicionants externs, riscos competitius, capacitats internes i accions de mitigació.

La viabilitat del projecte s'avalua des d'una perspectiva pressupostària, estimant els recursos necessaris per a transformar el prototip funcional en un MVP validable, realitzar pilots inicials i sostindre la seua evolució durant els dos primers anys. El pressupost estimat ascendeix a 43.780 € per al primer any i a 90.090 € per a l'horitzó complet de vint-i-quatre mesos. Així mateix, s'analitzen dues vies principals de finançament: finançament privat i finançament públic mitjançant convocatòries de suport a la innovació, l'accessibilitat o la digitalització.

Els resultats permeten concloure que el projecte presenta un encaix empresarial plausible, però no una viabilitat plena en aquesta fase. El seu avanç queda condicionat a l'obtenció de finançament inicial suficient, a la validació de l'MVP mitjançant pilots B2B en contextos reals i al manteniment d'un abast funcional acotat, centrat en dactilologia per a microinteraccions concretes, preservant com a requisits l'accessibilitat verificable, la comunicació responsable del producte i el compliment normatiu aplicable.

Paraules clau

Accessibilitat comunicativa; llengua de signes; dactilologia; model de negoci; SaaS

Agradecimientos

Ante todo, quiero expresar mi gratitud a mi familia por su inquebrantable apoyo, paciencia y amor, y por estar siempre ahí, incluso en los momentos más difíciles de este camino. También quiero agradecer a mis amigos por su compañía y por compartir experiencias tan maravillosas conmigo. Finalmente, agradezco a todos los que, de una forma u otra, han formado parte de mi vida y me han apoyado para llegar hasta aquí. Cada gesto de confianza, ánimo y ayuda ha contribuido a hacer posible este trabajo.

Valencia, 22 de mayo de 2026

Firma del autor

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	10
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	11
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 ALCANCE, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y LIMITACIONES	12
1.5 METODOLOGÍA Y FUENTES.....	12
1.6 ESTRUCTURA DEL TRABAJO	13
2. PRESENTACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO	14
2.1 MODELO DE NEGOCIO CANVAS.....	14
2.1.1 Segmentos del mercado	14
2.1.2 Propuesta de valor.....	15
2.1.3 Canales	15
2.1.4 Relación con los clientes	16
2.1.5 Fuentes de ingresos	17
2.1.6 Recursos clave	18
2.1.7 Actividades clave	18
2.1.8 Socios clave	18
2.1.9 Estructura de costes.....	19
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	20
2.3 ESTRATEGIA DE POSICIONAMIENTO Y PROPUESTA DE LANZAMIENTO.....	22
3. ANÁLISIS EXTERNO.....	24
3.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS EXTERNO	24
3.2 ANÁLISIS PESTEL.....	24
3.2.1 Político-legal	25
3.2.2 Económico	25
3.2.3 Social	26
3.2.4 Tecnológico.....	26
3.2.5 Ecológico	28
3.3 ANÁLISIS DEL SECTOR: CINCO FUERZAS DE PORTER.....	29
3.3.1 Rivalidad entre competidores.....	29
3.3.2 Amenaza de nuevos competidores entrantes	30
3.3.3 Poder de negociación de los proveedores.....	30
3.3.4 Poder de negociación de los clientes	30
3.3.5 Amenaza de nuevos productos sustitutivos	31
4. ANÁLISIS INTERNO	32
4.1 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS INTERNO	32
4.2 ANÁLISIS DAFO	33
4.2.1 Debilidades	33
4.2.2 Amenazas	34
4.2.3 Fortalezas	34

4.2.4	<i>Oportunidades</i>	35
4.3	ANÁLISIS CAME.....	36
4.3.1	<i>Corregir debilidades</i>	36
4.3.2	<i>Afrontar amenazas</i>	37
4.3.3	<i>Mantener fortalezas</i>	38
4.3.4	<i>Explorar oportunidades</i>	39
5.	ESTUDIO DE VIABILIDAD	40
5.1	ENFOQUE DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD	40
5.2	SUPUESTOS DE PRESUPUESTACIÓN.....	41
5.3	PRESUPUESTO ESTIMADO DEL PROYECTO	41
5.3.1	<i>Presupuesto estimado para el primer año</i>	42
5.3.2	<i>Presupuesto estimado para el segundo año</i>	43
5.3.3	<i>Necesidad total de financiación</i>	45
5.4	ALTERNATIVAS DE FINANCIACIÓN PRIVADA Y PÚBLICA	45
6.	CONCLUSIONES.....	47
6.1	RECOMENDACIONES.....	48
6.2	REFLEXIÓN SOBRE LA RELACIÓN DEL TFG CON LA AGENDA 2030 (ODS).....	48
6.3	LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....	49
	BIBLIOGRAFÍA	50
	LISTA DE ACRÓNIMOS	54
	LISTA DE ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Esquema conceptual de la microinteracción comunicativa y mediación del MVP mediante dactilología (fingerspelling).....	10
2.1	Ciclo de relación con clientes por segmento y principales puntos de contacto.	16
2.2	Costes fijos, costes variables y drivers de escalado (B2C y B2B).	19
2.3	Business Model Canvas del proyecto.	20
2.4	Interfaz de entrada del prototipo para seleccionar la modalidad e introducir el contenido.	21
2.5	Ejemplo de salida visual generada por el prototipo mediante dactilología.	22
3.1	Infograma del análisis PESTEL del macroentorno del proyecto.	24
3.2	Fotograma de salida del prototipo con representación manual de una letra en ASL mediante puntos de referencia de MediaPipe.	27
3.3	Infograma del análisis de las cinco fuerzas de Porter aplicado al sector del proyecto.	29
4.1	Infograma del análisis DAFO del proyecto.	33
4.2	Infograma del análisis CAME del proyecto.	36

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Segmentos, usuarios y pagadores en el entorno del proyecto.	15
5.1	Presupuesto estimado para el primer año.	43
5.2	Presupuesto estimado para el segundo año.	44
5.3	Necesidad total de financiación del proyecto.	45

1. INTRODUCCIÓN

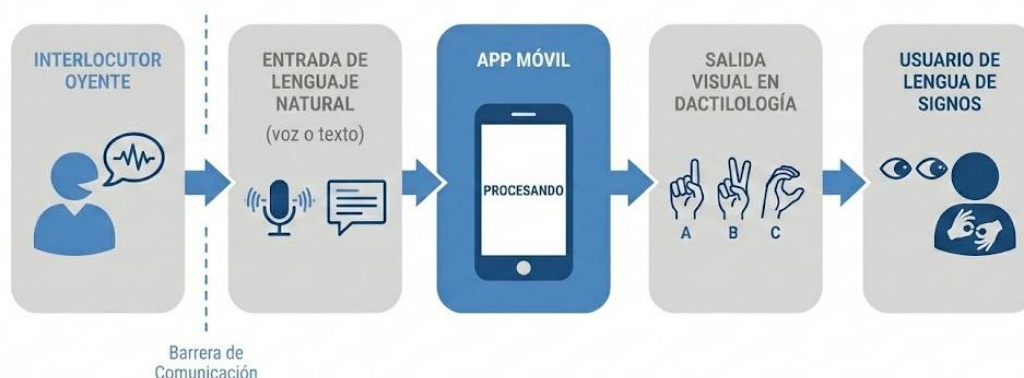
1.1 Contextualización y justificación

La accesibilidad comunicativa constituye una condición necesaria para que las personas con discapacidad puedan acceder a la información, comprenderla y participar en interacciones sociales y de servicio en condiciones de igualdad, tanto en entornos presenciales como digitales (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2006; Jefatura del Estado, 2013). En este marco, las barreras de comunicación que afectan a personas usuarias de lengua de signos no pueden considerarse una cuestión menor, sino un problema de inclusión con implicaciones sociales, organizativas y normativas.

La relevancia del tema se apoya, por una parte, en la existencia de población con discapacidad auditiva y, por otra, en la necesidad de mejorar la respuesta de servicios y organizaciones ante situaciones de comunicación cotidiana (World Health Organization, 2025; Instituto Nacional de Estadística, 2022; Instituto Nacional de Estadística, 2026). Aunque el subtítulo, la transcripción o el intercambio escrito pueden resultar útiles en algunos contextos, estas soluciones no siempre resuelven de forma satisfactoria la interacción cuando la lengua de referencia de la persona usuaria es una lengua signada.

Desde una perspectiva empresarial, esta necesidad abre una oportunidad de innovación aplicada a accesibilidad, con potencial de sostenibilidad si se formula una propuesta útil, acotada y viable. No obstante, la tecnología disponible todavía presenta limitaciones para ofrecer traducción completa a lengua de signos con calidad suficiente en contextos abiertos, debido a problemas de datos, variabilidad lingüística y complejidad de representación. Por ello, resulta más razonable plantear un producto inicial de alcance limitado y validación progresiva (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

Fig. 1.1 Esquema conceptual de la microinteracción comunicativa y mediación del MVP mediante dactilología (fingerspelling).



Fuente: Elaboración propia a partir de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG).

1.2 Planteamiento del problema y propuesta de solución

El problema abordado se sitúa en microinteracciones breves y no planificadas entre personas oyentes y personas usuarias de lengua de signos, en las que debe transmitirse información concreta de forma inmediata. Este tipo de situaciones aparece con frecuencia en recepciones, mostradores, comercios, gestiones administrativas, espacios públicos y determinados entornos educativos o sanitarios. Cuando no existe un canal de mediación adecuado, pueden producirse errores de comprensión, dependencia de terceros o incluso abandono de la interacción (Jefatura del Estado, 2007, 2013).

Las alternativas existentes cubren parcialmente esta necesidad, pero presentan limitaciones en interacciones breves. La interpretación profesional y la videointerpretación ofrecen mayor riqueza comunicativa, aunque dependen de disponibilidad, coste e integración operativa. El texto escrito y la transcripción, por su parte, pueden servir como apoyo puntual, pero no equivalen a una solución plenamente adaptada cuando la referencia lingüística principal es la lengua de signos (Fundación CNSE, 2026).

Ante esta situación, se plantea una aplicación de mediación básica que transforma una entrada en lengua natural, en formato texto y, de manera opcional, voz o vídeo, en una salida visual basada en dactilología. La propuesta no pretende sustituir la interpretación profesional ni ofrecer traducción completa a lengua de signos. Su valor reside en resolver un uso concreto y frecuente: la transmisión de nombres propios, direcciones, siglas, códigos o términos puntuales en contextos donde la inmediatez es prioritaria.

Este enfoque permite reducir complejidad técnica y concentrar la validación en un caso de uso específico, coherente con la evidencia disponible sobre las limitaciones actuales de la traducción automática a lengua de signos (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023). Desde el punto de vista del modelo de negocio, el encaje inicial más plausible se sitúa en organizaciones con puntos de atención al público, como una tienda de *ZARA*, donde la accesibilidad puede valorarse como mejora operativa y reputacional.

1.3 Objetivos generales y objetivos específicos

El objetivo general del trabajo es determinar la viabilidad empresarial de una iniciativa que comercialice una aplicación de accesibilidad comunicativa orientada a facilitar microinteracciones entre personas oyentes y personas usuarias de lengua de signos mediante una salida visual basada en dactilología, con un alcance inicial definido como un producto mínimo viable (MVP).

De este objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos. En primer lugar, definir y justificar el modelo de negocio de la solución, incluyendo propuesta de valor, segmentos, canales, ingresos y estructura de costes. En segundo lugar, analizar el entorno y la estructura competitiva para identificar oportunidades, condicionantes y riesgos de comercialización. En tercer lugar, diagnosticar la situación interna del proyecto y traducir ese diagnóstico en líneas de acción. Por último, formular un presupuesto inicial

de desarrollo en un escenario y entorno hipotéticos.

1.4 Alcance, hipótesis de trabajo y limitaciones

El estudio se limita a evaluar la viabilidad empresarial de un MVP centrado en transformar una entrada en lengua natural en una salida visual de dactilología para microinteracciones con contenido alfabético o puntual, como nombres, siglas, códigos o direcciones. Quedan fuera del alcance la traducción completa a lengua de signos, la generación de gramática signada, la incorporación sistemática de signos léxicos generales y el tratamiento de componentes no manuales, por tratarse de desarrollos de mayor complejidad y exigencia técnica (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

El análisis se circunscribe al mercado español y adopta como hipótesis comercial un enfoque inicial prioritario B2B mediante licencia por centro, complementado por un canal B2C de validación. Asimismo, se parte de tres hipótesis de trabajo: existe una necesidad recurrente no resuelta de forma adecuada en microinteracciones concretas; el producto podría ser utilizado y pagado si demuestra utilidad, simplicidad y accesibilidad; y una estructura de costes contenida podría sostenerse con escalado moderado. La existencia de un prototipo funcional desarrollado en un trabajo técnico se utiliza únicamente como referencia para acotar requisitos, dependencias y costes de desarrollo, sin que este trabajo realice una evaluación técnica exhaustiva del sistema.

La principal limitación del estudio reside en la ausencia de datos primarios, lo que obliga a basar la estimación de datos necesarios, como la demanda, adopción y conversión, en supuestos y fuentes secundarias. Por ello, los resultados deben interpretarse como una estimación razonada bajo un escenario hipotético y no como una predicción cerrada. La incertidumbre se aborda mediante una presupuestación inicial a dos años, diferenciando costes del primer y segundo año, necesidad total de financiación y posibles vías de cobertura con mayor detalle en el Capítulo 5.

1.5 Metodología y fuentes

El trabajo se plantea como un estudio de viabilidad empresarial basado en fuentes secundarias y en herramientas de análisis estratégico y presupuestario. En consecuencia, las conclusiones se apoyan en evidencia documental y en supuestos hipotéticos, no en trabajo de campo.

Para estructurar el modelo de negocio se utiliza el Business Model Canvas (Osterwalder & Pigneur, 2010). El análisis del entorno se desarrolla mediante PESTEL y Cinco Fuerzas de Porter, mientras que el diagnóstico interno se articula mediante DAFO y CAME (ESIC University, 2023; Porter, 2008; Consorci per a la Formació Contínua de Catalunya, 2026). La viabilidad presupuestaria se examina a través de la formulación de un presupuesto basado en costes coherente con el alcance del MVP, incorporando inversión inicial, continuidad operativa y alternativas de financiación en un horizonte temporal de dos años.

Las fuentes empleadas incluyen estadísticas oficiales, documentación institucional,

referencias sectoriales y literatura académica reciente sobre accesibilidad y traducción automática a lengua de signos (World Health Organization, 2025; Instituto Nacional de Estadística, 2022; Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023). Asimismo, se consideran de forma transversal los requisitos normativos y los estándares de accesibilidad aplicables a productos y servicios digitales (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016a, 2019; Gobierno de España, 2018; World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

1.6 Estructura del trabajo

Tras esta introducción, el Capítulo 2 presenta el modelo de negocio y concreta la propuesta de valor, los segmentos, los canales y el planteamiento de ingresos. El Capítulo 3 desarrolla el análisis externo del proyecto. El Capítulo 4 recoge el análisis interno y su traducción estratégica. El Capítulo 5 evalúa la viabilidad presupuestaria mediante una estimación de costes para los dos primeros años y el análisis de alternativas de financiación privada y pública. Finalmente, el Capítulo 6 expone las conclusiones, recomendaciones, limitaciones y posibles líneas futuras.

Los anexos incorporan un anexo técnico breve del prototipo utilizado como referencia para estimar requisitos y costes, así como la declaración sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa (Rodríguez Cots, 2026).

2. PRESENTACIÓN DEL MODELO DE NEGOCIO

2.1 Modelo de negocio Canvas

2.1.1 Segmentos del mercado

La segmentación se define a partir del problema de accesibilidad comunicativa en microinteracciones y del alcance del MVP, centrado en transformar una entrada en lengua natural en una salida visual basada en dactilología. Se distinguen tres segmentos: B2C, B2B y B2G, diferenciando entre usuario final y pagador, ya que en este ámbito ambos no siempre coinciden (Osterwalder & Pigneur, 2010).

El segmento B2C incluye principalmente a personas usuarias de lengua de signos y, de forma secundaria, a personas de su entorno, como familiares, acompañantes o personas interesadas en aprender recursos básicos de comunicación mediante dactilología. Por ejemplo, una persona usuaria de lengua de signos podría utilizar la aplicación en una situación cotidiana para recibir de forma visual el deletreo de un nombre propio, una dirección, una referencia o un código de reserva.

El segmento B2B comprende organizaciones privadas con puntos de atención al público, donde la accesibilidad puede aportar eficiencia operativa y mejora del servicio. En este caso, podrían considerarse como ejemplos una tienda de ropa como *ZARA*, una clínica dental, una academia de idiomas, una autoescuela o una recepción de hotel. En estos entornos, el personal de atención podría usar la herramienta para comunicar información breve y precisa, como el nombre asociado a una reserva, una talla, un número de cita, un código de recogida o una indicación puntual, reduciendo la dependencia de escritura improvisada o de terceros.

El segmento B2G se refiere a administraciones y entidades públicas, con una lógica de adopción más lenta y condicionada por requisitos formales de accesibilidad y contratación. Como ejemplos de uso podrían incluirse oficinas de atención ciudadana, bibliotecas municipales, servicios administrativos universitarios o mostradores de información en centros públicos, donde la herramienta podría apoyar microinteracciones relacionadas con turnos, nombres, códigos de expediente o ubicaciones dentro del edificio.

La Tabla 2.1 resume los segmentos objetivo del proyecto, diferenciando usuario final, pagador, contextos prioritarios, ejemplos de uso y canal de entrada previsto

Tabla 2.1 Segmentos, usuarios y pagadores en el entorno del proyecto.

Segmento	Usuario final	Pagador	Contextos prioritarios	Ejemplo de uso	Canal de entrada
B2C	Usuario de LSE (y entorno)	Individuo	Microinteracciones cotidianas	Nombres, dirección o referencias	App stores, web y comunidad
B2B	Personal de atención y usuario LSE	Organización privada	Puntos de atención (recepción, tiendas, clínicas, centros)	Tallas, citas o reservas	Venta directa y pilotos
B2G	Personal público y ciudadanía LSE	Administración o entidad pública	Atención ciudadana/servicios públicos	Turnos, ubicación o trámites	Pilotos y licitación pública

Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado.

2.1.2 Propuesta de valor

La propuesta de valor consiste en facilitar la accesibilidad comunicativa en microinteracciones breves y no planificadas mediante una salida visual en dactilología para contenidos alfabéticos y puntuales, como nombres propios, siglas, códigos o direcciones, favoreciendo una interacción más comprensible y con mayor autonomía, en coherencia con el marco de derechos y con el reconocimiento de las lenguas de signos y los apoyos a la comunicación (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2007).

El objetivo es resolver un caso de uso concreto con una solución inmediata, simple y operativa.

En B2C, la utilidad se concentra en disponer de una herramienta de apoyo para situaciones cotidianas en las que no existe mediación accesible inmediata. En B2B, el valor se vincula a la reducción de fricciones en puntos de atención, con impacto potencial sobre tiempos de respuesta, calidad percibida y accesibilidad del servicio. En B2G, el valor potencial se relaciona con atención inclusiva y cumplimiento, aunque su explotación comercial no constituye la fase inicial.

La diferenciación del proyecto reside en su alcance acotado, en la orientación a microinteracciones y en un diseño de uso simple y accesible, coherente con las limitaciones actuales de la traducción automática completa a lengua de signos (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

2.1.3 Canales

Los canales se plantean de forma diferenciada según el segmento objetivo. Para un familiar de la persona usuaria de lengua de signos, el acceso al producto se realizaría principalmente mediante tiendas de aplicaciones y página web, apoyado por difusión orgánica en redes sociales, buscadores y entidades vinculadas a la accesibilidad. Este canal tendría un papel complementario, orientado a visibilidad, prueba de uso y recogida de feedback.

Para un local comercial, el canal prioritario sería la venta directa a organizaciones con puntos de atención al público, mediante contacto comercial, demostraciones breves y pilotos por centro. Por ejemplo, una clínica, una academia o una tienda podrían probar la herramienta durante un periodo limitado antes de contratar una licencia mensual. Este enfoque permite mostrar el funcionamiento en situaciones reales y reducir la incertidumbre del cliente antes de la compra.

Para las bibliotecas municipales de Valencia, el canal se reservaría para una fase posterior, a través de pilotos institucionales y posibles procedimientos de contratación pública, una vez exista evidencia previa de uso y documentación suficiente de accesibilidad y funcionamiento.

2.1.4 Relación con los clientes

La relación con los clientes varía según el segmento, pero mantiene un principio común: presentar el producto como apoyo a la accesibilidad comunicativa en microinteracciones.

En B2C, la relación se plantea como autoservicio guiado, con un uso sencillo, recursos de ayuda y mecanismos de feedback. En B2B, la relación requiere acompañamiento inicial mediante demostración, piloto, configuración y soporte básico, dado que el producto se integra en el funcionamiento del centro. En B2G, la relación tendría carácter institucional y basada en evidencias, previsiblemente a través de pilotos previos a una posible contratación.

La retención se apoya en mejoras progresivas del producto, estabilidad operativa y claridad sobre el alcance real de la solución.

La Figura 2.1 sintetiza el ciclo de relación con clientes por segmento y los principales puntos de contacto previstos en cada fase.

Fig. 2.1 Ciclo de relación con clientes por segmento y principales puntos de contacto.



Fuente: Elaboración propia a partir de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG).

2.1.5 Fuentes de ingresos

El modelo prioriza ingresos recurrentes, coherentes con una solución digital que requiere mantenimiento, soporte, actualización y mejora continua. En el canal B2C se plantea un esquema freemium con suscripción premium. Esto significa que el usuario podría acceder gratuitamente a una versión básica de la aplicación, con un número limitado de usos o funcionalidades, para probar la utilidad del servicio en situaciones cotidianas. La versión premium incorporaría un uso más amplio, mayor número de conversiones, opciones de personalización o funcionalidades adicionales, como guardar frases frecuentes o utilizar determinadas modalidades de entrada avanzadas. De este modo, el canal B2C actuaría principalmente como vía de validación, visibilidad y generación de datos de uso.

En el canal B2B, la principal fuente de ingresos sería una licencia mensual por centro, dirigida a organizaciones con puntos de atención al público. Esta licencia permitiría el uso de la herramienta por parte del personal del centro y podría escalar según el número de usuarios internos. Por ejemplo, una clínica, una academia o una tienda podrían contratar una licencia para que su personal utilizara la aplicación en mostrador o recepción. De forma complementaria, podrían ofrecerse servicios asociados, como configuración inicial, formación breve, soporte ampliado o adaptación de materiales de uso.

En B2G, el ingreso se plantea como una posible combinación de licencia y servicios, aunque se considera una vía de crecimiento posterior por sus mayores exigencias formales y ciclos de contratación más largos.

Asimismo, en fases futuras podría valorarse una oferta de integración mediante API o SDK, siempre que el producto alcance suficiente madurez operativa y exista demanda por parte de terceros.

2.1.6 Recursos clave

Los recursos clave se agrupan en recursos humanos, tecnológicos e intangibles. En primer lugar, el proyecto requiere un equipo reducido, pero con funciones bien definidas. Sería necesario un perfil técnico encargado del desarrollo, mantenimiento y evolución de la aplicación; un perfil de producto o negocio responsable de coordinar pilotos y contactar con los centros; y apoyo puntual de diseño UX centrado en accesibilidad para asegurar que la herramienta sea sencilla y usable por los distintos perfiles de usuarios.

En segundo lugar, los recursos tecnológicos incluyen la infraestructura cloud, el entorno de desarrollo, las herramientas de control de versiones, los sistemas de soporte y los mecanismos de verificación de accesibilidad. Por ejemplo, para una prueba piloto en una clínica o una tienda, sería necesario disponer de una versión estable de la aplicación, un sistema básico de gestión de usuarios por centro y un canal para registrar incidencias o sugerencias del personal que la utilice.

Por último, los recursos intangibles resultan especialmente importantes en un proyecto de accesibilidad. Entre ellos destacan la credibilidad ante usuarios y organizaciones, la relación con entidades del ámbito de la discapacidad auditiva y la existencia de un prototipo funcional previo, utilizado como referencia para estimar requisitos y costes de desarrollo y comercialización. La accesibilidad se considera un requisito central del producto y no un elemento añadido posteriormente.

2.1.7 Actividades clave

Las actividades clave del modelo son el desarrollo, mantenimiento del producto, la validación con usuarios y organizaciones, la operación del servicio y la actividad comercial.

El desarrollo incluye mejora funcional, control de calidad y cumplimiento de criterios de accesibilidad conforme a WCAG 2.1 y EN 301 549 (World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

La validación se realizaría mediante pilotos con organizaciones concretas, como una clínica, una academia o una tienda con atención al público. En estos pilotos se comprobaría si la aplicación resulta útil en situaciones reales, por ejemplo, para comunicar nombres, citas, códigos o indicaciones breves. A partir de esta prueba se recogerían incidencias, sugerencias y datos de uso para mejorar el producto.

La operación del servicio incluiría el mantenimiento de la infraestructura, la monitorización del funcionamiento, la gestión de incidencias y el soporte básico a usuarios o centros. Finalmente, la actividad comercial se centraría en la captación B2B, mediante contacto directo con organizaciones, demostraciones y propuesta de pilotos, manteniendo B2C como canal complementario de visibilidad y aprendizaje.

2.1.8 Socios clave

Se intentaría conectar con asociaciones y entidades vinculadas a la accesibilidad y a la comunidad usuaria de lengua de signos, por ejemplo la CNSE (Confederación Estatal de Personas Sordas), tanto por su capacidad de aportar validación contextual y co-diseño de

materiales de uso realista, como por su potencial de difusión y legitimidad social. Esta colaboración es especialmente importante para sostener una comunicación ética y ajustada en línea con el reconocimiento de las lenguas de signos y los apoyos a la comunicación en el marco de derechos (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2007, 2013).

También resultan necesarios proveedores tecnológicos, en especial de infraestructura y, en su caso, de servicios de voz. En fases posteriores podrían contemplarse socios de integración que faciliten la expansión del servicio sin multiplicar despliegues propios.

2.1.9 Estructura de costes

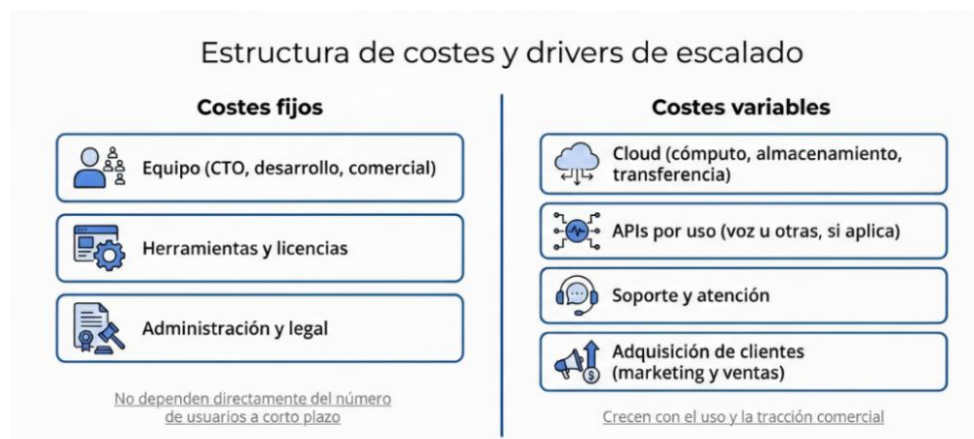
La estructura de costes combina inversión inicial, costes fijos, costes variables y costes de escalado. Entre los costes fijos destacan el equipo mínimo, la gestión administrativa y las herramientas base de operación. La inversión inicial se concentra en la creación del MVP. Los costes variables dependen del uso del servicio y del recurso a proveedores externos, especialmente en infraestructura y, si se activa, reconocimiento automático del habla.

A medida que el proyecto escale, también crecerán los costes comerciales, de soporte y de cumplimiento. Esta estructura responde a una lógica SaaS y se desarrolla con mayor detalle en el capítulo de viabilidad.

La cuantificación de estos componentes se desarrolla en el Capítulo 5 mediante un presupuesto estimado por categorías para el primer y segundo año.

La Figura 2.2 sintetiza la estructura general de costes del proyecto y los principales impulsores de escalado por canal.

Fig. 2.2 Costes fijos, costes variables y drivers de escalado (B2C y B2B).



Fuente: Elaboración propia a partir de herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG).

La Figura 2.3 sintetiza el modelo Canvas del proyecto.

Fig. 2.3 Business Model Canvas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia del autor (plantilla de Canva).

2.2 Descripción del producto

El producto se define como una solución digital de apoyo a la accesibilidad comunicativa en microinteracciones entre personas oyentes y personas usuarias de lengua de signos. Su finalidad es facilitar la transmisión de información breve y puntual en situaciones no planificadas, especialmente en contextos de atención presencial donde la inmediatez condiciona la comprensión, la autonomía de la persona usuaria y la calidad percibida del servicio. Este planteamiento se alinea con el enfoque de derechos y con el reconocimiento de la accesibilidad y de los apoyos a la comunicación como elementos de inclusión (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2007, 2013).

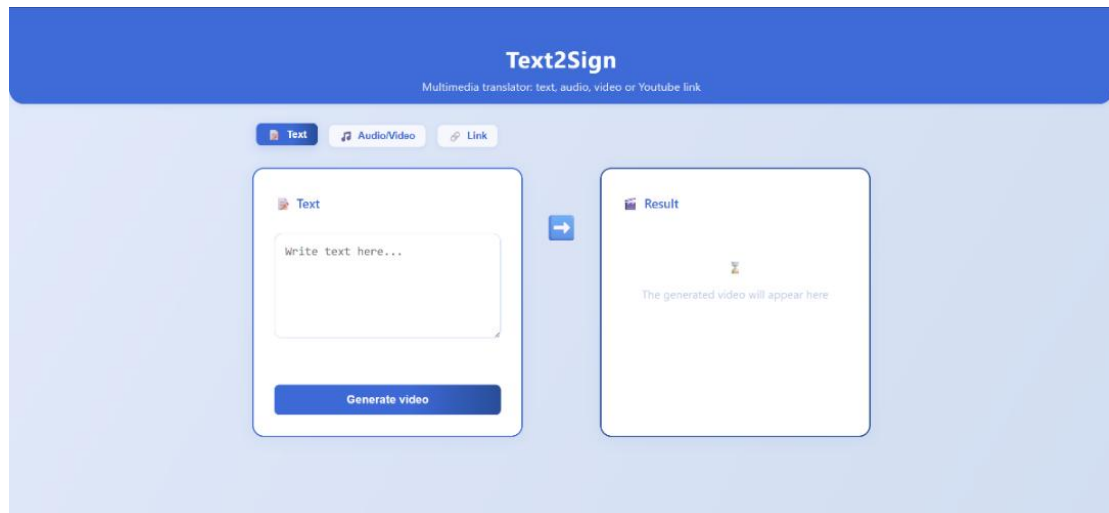
Desde el punto de vista funcional, la aplicación parte de una interfaz sencilla en la que el usuario introduce el contenido que desea convertir. Esta entrada puede realizarse mediante texto escrito, mediante audio, vídeo o enlace externo. A partir de ese contenido, el sistema procesa la información y genera una salida visual basada en dactilología, de modo que el mensaje inicial se transforma en una representación manual secuencial. Este flujo permite visualizar de forma clara la lógica básica del producto: entrada de información en lengua natural, procesamiento y generación de una salida visual accesible.

Esta descripción se apoya en el prototipo funcional desarrollado en un trabajo técnico, que opera en entorno web y permite generar un vídeo en formato MP4 con una secuencia

de dactilología a partir de texto introducido manualmente, archivo local de audio o vídeo, o enlace a un vídeo alojado en YouTube.

La Figura 2.4 muestra la interfaz inicial del prototipo, donde el usuario puede seleccionar la modalidad de entrada e introducir el contenido que desea convertir. Esta captura permite visualizar el punto de partida del flujo funcional del producto.

Fig. 2.4 Interfaz de entrada del prototipo para seleccionar la modalidad e introducir el contenido.

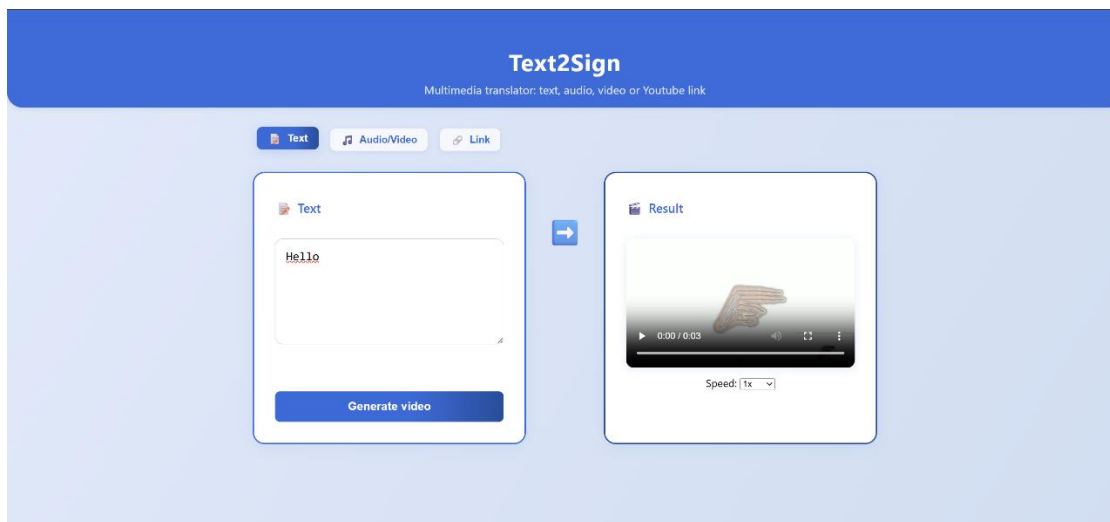


Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

Tras el procesamiento, el resultado puede visualizarse desde la propia interfaz mediante un reproductor embebido, sin que el usuario tenga que abandonar la página (Rodríguez Cots, 2026). La Figura 2.5 muestra un ejemplo de fotograma resultante, en el que se representa una configuración manual correspondiente a una letra del alfabeto manual.

Fig.

2.5 Ejemplo de salida visual generada por el prototipo mediante dactilología.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

Esta base técnica no se utiliza en el presente trabajo como objeto de evaluación de ingeniería, sino como evidencia preliminar para ilustrar el funcionamiento del producto y estimar requisitos de desarrollo, adaptación y comercialización.

En términos prácticos, el uso esperado sería similar al siguiente: una persona del mostrador introduce un nombre, un código de reserva, una dirección o una referencia breve; la aplicación procesa el contenido y devuelve una secuencia visual en dactilología que puede mostrarse a la persona usuaria de lengua de signos. De este modo, el valor del producto no reside en traducir conversaciones completas, sino en facilitar microinteracciones concretas donde la información alfabética debe transmitirse con rapidez y precisión.

2.3 Estrategia de posicionamiento y propuesta de lanzamiento

La estrategia de lanzamiento se plantea de forma progresiva y con prioridad en el segmento B2B, ya que permite probar el producto en contextos reales y con un pagador identificable. En una primera fase, la aplicación se dirigiría a organizaciones con atención directa al público, como clínicas, academias, tiendas, autoescuelas, hoteles o recepciones, donde son frecuentes las microinteracciones basadas en nombres, citas, reservas, códigos o indicaciones breves.

El posicionamiento ha de ser claro y prudente: la aplicación no se presenta como un traductor completo de lengua de signos, sino como una herramienta de apoyo para microinteracciones mediante dactilología. Esta puntualización es importante para evitar expectativas incorrectas y para diferenciar el producto de soluciones más amplias, como la interpretación profesional, la videointerpretación o la transcripción (Jefatura del Estado, 2007; Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023; Fundación CNSE,

2026).

La entrada comercial se articularía mediante contacto directo con centros, demostraciones breves y pilotos de duración limitada. Por ejemplo, una clínica dental o una tienda podrían probar la herramienta durante unas semanas en la recepción o mostrador, valorando si ayuda a comunicar apellidos, números de cita, códigos de recogida o indicaciones básicas. Tras el piloto, la decisión de contratación se apoyaría en criterios sencillos, como facilidad de uso, número de situaciones en las que se ha utilizado, incidencias registradas y percepción del personal.

De forma complementaria, el canal B2C se mantendría como vía de visibilidad y recogida de feedback, pero no como principal motor de ingresos en la fase inicial. La comunicación comercial debería centrarse en mensajes simples y verificables, como “apoyo visual para deletrear información breve en situaciones de atención”, evitando afirmaciones que sugieran equivalencia con una interpretación completa en lengua de signos.

3. ANÁLISIS EXTERNO

3.1 Introducción al análisis externo

El presente capítulo analiza el entorno que condiciona la comercialización del MVP descrito en el Capítulo 1, con el objetivo de identificar oportunidades y amenazas relevantes y valorar el atractivo del mercado y del sector en el que se inscribe la solución.

Para ello, se combinan dos niveles de análisis. En primer lugar, el marco PESTEL permite examinar factores político-legales, económicos, sociales, tecnológicos y ecológicos del entorno. En segundo lugar, las Cinco Fuerzas de Porter se utilizan para valorar la estructura competitiva del sector y la presión ejercida por competidores, clientes, proveedores, posibles entrantes y productos sustitutivos (ESIC University, 2023; Porter, 2008).

Dado que el trabajo se apoya en fuentes secundarias, las conclusiones de este capítulo no deben interpretarse como validación empírica de mercado, sino como una base argumental para el diagnóstico interno y para el estudio de viabilidad posterior.

3.2 Análisis PESTEL

La Figura 3.1 sintetiza el análisis PESTEL del proyecto. A continuación, se desarrollan sus principales elementos.

Fig. 3.1 Infograma del análisis PESTEL del macroentorno del proyecto.



Fuente: Elaboración propia del autor (plantilla de Canva).

3.2.1 Político-legal

El entorno político-legal resulta especialmente relevante porque la accesibilidad digital ha pasado a constituir un marco de exigencias verificables. En la Unión Europea, la Directiva (UE) 2016/2102 regula la accesibilidad de sitios web y aplicaciones del sector público, mientras que la Directiva (UE) 2019/882 amplía estas exigencias a determinados productos y servicios también en el ámbito privado. En España, el Real Decreto 1112/2018 concreta parte de estas obligaciones para el sector público y eleva el nivel de exigencia para proveedores tecnológicos con vocación institucional (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016a, 2019; Gobierno de España, 2018).

A ello se añade la relevancia de estándares como WCAG 2.1 y EN 301 549, que permiten traducir la accesibilidad a criterios técnicos verificables y, por tanto, a requisitos de compra y evaluación en entornos organizacionales (World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021). Asimismo, el reconocimiento normativo de las lenguas de signos y de los apoyos a la comunicación refuerza la legitimidad social y jurídica de soluciones orientadas a reducir barreras comunicativas (Jefatura del Estado, 2007, 2013).

Junto a ello, la protección de datos constituye un condicionante relevante, especialmente si el producto incorpora entrada por voz o vídeo. El RGPD y la normativa española obligan a garantizar licitud, minimización, transparencia y seguridad, lo que incrementa las exigencias de diseño y operación del servicio (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016b; Jefatura del Estado, 2018; European Data Protection Board, 2020; Agencia Española de Protección de Datos, 2019).

En este contexto, el entorno puede considerarse tensionado, aunque favorable para justificar la oportunidad del proyecto. La tensión procede de la necesidad de cumplir simultáneamente con exigencias de accesibilidad digital, protección de datos y comunicación responsable del alcance del producto. Estos requisitos pueden incrementar los costes de diseño, verificación y documentación, pero también refuerzan la demanda potencial de soluciones accesibles en organizaciones públicas y privadas. Por tanto, este factor actúa a la vez como barrera de entrada y como elemento impulsor de la propuesta.

3.2.2 Económico

Desde el punto de vista económico, la adopción del producto depende de la lógica de pago de cada segmento. En B2C, la sensibilidad al precio previsiblemente será elevada, lo que justifica una entrada basada en freemium y en una validación progresiva de conversión. En B2B, en cambio, la compra puede justificarse por eficiencia operativa, reducción de incidencias, mejora de la experiencia de atención y alineación con exigencias de accesibilidad, lo que favorece un modelo de licencia recurrente por centro. En B2G, la entrada queda condicionada por contratación pública, mayores requisitos formales y ciclos de venta más largos, por lo que se plantea como fase posterior.

En términos de estructura de costes, el proyecto responde a una lógica SaaS, con costes fijos intensivos en talento y costes variables vinculados a infraestructura y servicios externos. Esta característica hace especialmente relevante el control del gasto operativo

y la elaboración de un presupuesto prudente. Si se incorpora entrada por voz o vídeo, el reconocimiento automático del habla añade un coste variable directo que puede afectar al presupuesto de operación y a la sostenibilidad inicial del proyecto.

Desde esta perspectiva, el factor económico puede considerarse moderadamente tensionado. La tensión procede, principalmente, de la sensibilidad al precio en B2C, de la necesidad de justificar claramente el valor en B2B y de la incertidumbre sobre los costes operativos propios de una solución SaaS. No obstante, esta tensión no bloquea la oportunidad, ya que el modelo de licencia recurrente por centro permite plantear una entrada más controlada.

3.2.3 Social

El factor social se vincula con la existencia de barreras en microinteracciones cotidianas donde la persona usuaria de lengua de signos necesita recibir o transmitir información breve de forma inmediata. En este contexto, la propuesta puede responder a una necesidad concreta, pero su aceptación dependerá de que el producto se comunique con precisión y de que su utilidad sea percibida como real.

La principal fricción social procede del posible desajuste entre expectativas y alcance funcional. Una comunicación imprecisa podría generar rechazo o pérdida de legitimidad, especialmente ante asociaciones, usuarios y entidades colaboradoras (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

También pueden influir factores como la confianza en la herramienta, la facilidad de uso y la percepción de privacidad si se habilitan entradas por voz o se registran datos de uso. En este marco, las asociaciones y entidades del ámbito de la accesibilidad desempeñan un papel relevante como agentes de validación, legitimidad y difusión, mientras que la existencia de servicios de videointerpretación condiciona las expectativas sobre el tipo de solución esperable (Fundación CNSE, 2026).

A la vista de los elementos anteriores, el factor social se encuentra tensionado, aunque presenta una oportunidad clara si el producto se comunica correctamente. La tensión surge porque la comunidad usuaria y las entidades vinculadas a la accesibilidad pueden esperar soluciones más completas, como interpretación o traducción plena a lengua de signos, mientras que el MVP se limita a dactilología para microinteracciones. Por ello, la aceptación social dependerá de una comunicación honesta, de la validación con usuarios reales y de la capacidad de demostrar utilidad en situaciones concretas sin generar expectativas excesivas.

3.2.4 Tecnológico

El factor tecnológico condiciona de forma directa la viabilidad del proyecto. La literatura reciente señala que la traducción automática completa a lengua de signos sigue presentando limitaciones relevantes en disponibilidad de datos, variabilidad lingüística y evaluación de naturalidad. Esta situación respalda la decisión de acotar el alcance inicial a dactilología como estrategia de reducción de complejidad y validación progresiva (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023). Según Rodríguez Cots (2026), el

prototipo permite demostrar la factibilidad básica del flujo de transformación de entrada en lengua natural a salida visual basada en dactilología.

Desde el punto de vista operativo, la propuesta depende tanto de desarrollo propio como de infraestructura de despliegue y, en su caso, de servicios externos, especialmente si se incorpora reconocimiento del habla. Esta dependencia reduce inversión inicial, pero introduce riesgos de coste, disponibilidad y dependencia de proveedor. A ello se suma la necesidad de mantener requisitos verificables de accesibilidad digital, lo que incrementa exigencias de diseño, pruebas y mantenimiento, aunque también favorece la adopción en organizaciones que valoran la accesibilidad como criterio de calidad (World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

La Figura 3.2 muestra un ejemplo de la salida visual generada por el prototipo, en la que se representa una configuración manual asociada a una letra del alfabeto, en particular la letra ‘A’. Esta imagen permite aterrizar el componente tecnológico del proyecto, ya que evidencia cómo la entrada procesada por el sistema se transforma en una representación visual basada en dactilología. No obstante, debe interpretarse como una prueba de concepto y no como una validación comercial o lingüística completa del producto.

Fig. 3.2 Fotograma de salida del prototipo con representación manual de una letra en ASL mediante puntos de referencia de MediaPipe.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

En términos tecnológicos, el entorno del proyecto puede calificarse como tensionado. Aunque existe una base funcional previa que permite justificar la factibilidad inicial del producto, persisten retos relacionados con rendimiento, dependencia de proveedores, costes de servicios externos y mantenimiento de requisitos de accesibilidad. Esta tensión no invalida el proyecto, pero obliga a plantear un desarrollo progresivo, con alcance

limitado, pruebas controladas y especial atención a la estabilidad antes de una comercialización amplia.

3.2.5 Ecológico

Aunque el proyecto no incorpora producción física, el factor ecológico no resulta irrelevante, ya que el servicio depende de infraestructura cloud y procesamiento digital. En consecuencia, el impacto ambiental potencial se relaciona principalmente con consumo energético y uso de recursos computacionales.

En este contexto, resulta razonable adoptar un criterio de eficiencia tecnológica, orientado a minimizar procesamiento innecesario, optimizar transferencias y evitar retención de datos no justificada. No obstante, en ausencia de métricas específicas, no procede atribuir ventajas ambientales cuantificadas, sino únicamente una orientación prudente hacia la eficiencia operativa (European Commission, 2024; European Commission, Directorate-General for Energy, 2024).

En este caso, el factor ecológico puede considerarse no tensionado en comparación con el resto de las dimensiones del PESTEL. Sin embargo, existe una tensión indirecta asociada al uso de infraestructura cloud y procesamiento digital. Por ello, aunque no constituye un condicionante crítico de entrada al mercado, conviene incorporar criterios de eficiencia tecnológica y evitar afirmaciones ambientales no respaldadas por métricas específicas.

3.3 Análisis del sector: Cinco Fuerzas de Porter

La Figura 3.3 sintetiza el análisis de las Cinco Fuerzas de Porter del proyecto. A continuación, se desarrollan sus principales elementos.

Fig. 3.3 Infograma del análisis de las cinco fuerzas de Porter aplicado al sector del proyecto.



Fuente: Elaboración propia del autor (plantilla de Canva).

3.3.1 Rivalidad entre competidores

La rivalidad competitiva puede considerarse moderada o moderadamente alta. Existen aplicaciones tecnológicas que ofrecen traducción de voz o texto a representaciones signadas, como *Hand Talk*, que convierte texto o voz en signos mediante un avatar, o propuestas de traducción automática de lengua de signos que buscan cubrir necesidades comunicativas más amplias. A su vez, existen soluciones consolidadas que cubren parcialmente la necesidad sin utilizar dactilología, como la videointerpretación en lengua de signos ofrecida por servicios como *SVIsual*, o herramientas de subtítulo y transcripción en tiempo real, como *Ava* o *Rogervoice*. Estas alternativas pueden competir por el mismo usuario o presupuesto de accesibilidad, aunque no resuelvan exactamente el mismo caso de uso que el MVP propuesto (Hand Talk, 2021; Fundación CNSE, 2026; Ava, 2026; Rogervoice, 2025).

En B2C, la rivalidad se intensifica por bajos costes de cambio y comparación directa entre alternativas. En B2B, la presión competitiva se desplaza hacia fiabilidad, integración operativa y capacidad de justificar el valor del producto frente a soluciones humanas o más amplias. La principal vía de diferenciación del proyecto reside en su especialización en microinteracciones alfabéticas y en una propuesta acotada y operativa, no en competir como traductor generalista (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

3.3.2 Amenaza de nuevos competidores entrantes

La amenaza de entrada es moderada. Por una parte, el desarrollo y distribución de una aplicación digital puede realizarse con inversión relativamente contenida si se utilizan infraestructuras y servicios externos. Por otra, la entrada real en segmentos organizacionales exige fiabilidad, soporte, cumplimiento normativo y credibilidad, lo que eleva la barrera efectiva (Porter, 2008).

Además, aunque el enfoque en dactilología reduce complejidad frente a la traducción completa a lengua de signos, siguen existiendo barreras asociadas a accesibilidad verificable, protección de datos y legitimidad social. En este sentido, la capacidad de establecer acuerdos piloto, generar evidencia de uso y construir relaciones con entidades del sector puede actuar como barrera defensiva frente a nuevos entrantes

3.3.3 Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de los proveedores es relevante porque el proyecto depende de una cadena de suministro digital en la que determinados componentes críticos no son propios. Por ejemplo, la aplicación podría apoyarse en proveedores de infraestructura cloud como *Amazon Web Services*, *Microsoft Azure* o *Google Cloud* para alojar el backend, almacenar archivos temporales y procesar las peticiones de los usuarios. Además, si se habilita la entrada por voz, podrían utilizarse servicios de reconocimiento automático del habla como *Amazon Transcribe*, *Google Speech-to-Text* o *Azure Speech*, cuyo coste suele depender del volumen de minutos procesados. Cualquier cambio en precios, límites de uso, disponibilidad o condiciones de servicio podría repercutir directamente sobre los márgenes y la continuidad operativa.

Este riesgo es especialmente importante en el caso del reconocimiento del habla, ya que introduce un coste variable por uso. Por ello, resulta conveniente reducir dependencia mediante arquitectura modular, monitorización de consumo y mantenimiento de la entrada por texto como opción principal cuando sea necesario proteger costes o privacidad.

3.3.4 Poder de negociación de los clientes

El poder de negociación de los clientes varía por segmento. En B2C, la capacidad individual de negociación es reducida, aunque existe presión por precio, por ejemplo si el usuario no percibe suficiente valor, puede optar por la versión gratuita o por soluciones alternativas. En B2B, el poder es mayor, ya que una clínica, academia o tienda puede

exigir piloto previo, soporte y precio ajustado antes de contratar una licencia mensual. En B2G, la presión sería todavía más elevada, dado que la administración exigiría documentación técnica, accesibilidad verificable y cumplimiento normativo antes de una posible contratación. Por ello, la entrada en este segmento solo resultaría razonable tras haber acumulado evidencia previa en pilotos y clientes organizacionales.

3.3.5 Amenaza de nuevos productos sustitutivos

La amenaza de productos sustitutivos es alta, ya que existen alternativas capaces de resolver total o parcialmente la necesidad sin recurrir a dactilología. Entre ellas destacan la interpretación presencial, la videointerpretación y distintas soluciones de transcripción o subtitulado en tiempo real. Incluso la comunicación escrita puede funcionar como sustituto en determinados casos, aunque con menor adecuación cuando la lengua preferente es signada (Fundación CNSE, 2026).

La propuesta gana sentido cuando concurren tres condiciones: interacción breve, necesidad de transmitir contenido alfabético y ausencia de mediación humana inmediata. En ese espacio concreto puede ofrecer una ventaja funcional y de disponibilidad, aunque sin eliminar la presión competitiva de soluciones sustitutivas más amplias.

Como ejemplo, una consulta médica programada podría resolverse mejor con intérprete o videointerpretación, una llamada telefónica con transcripción en tiempo real y una interacción muy simple mediante escritura. Sin embargo, en una recepción, tienda o academia donde se necesita comunicar un apellido, un código de recogida o una dirección en el momento, la aplicación puede aportar valor por su disponibilidad inmediata y su orientación a información alfabética breve.

4. ANÁLISIS INTERNO

4.1 Introducción al análisis interno

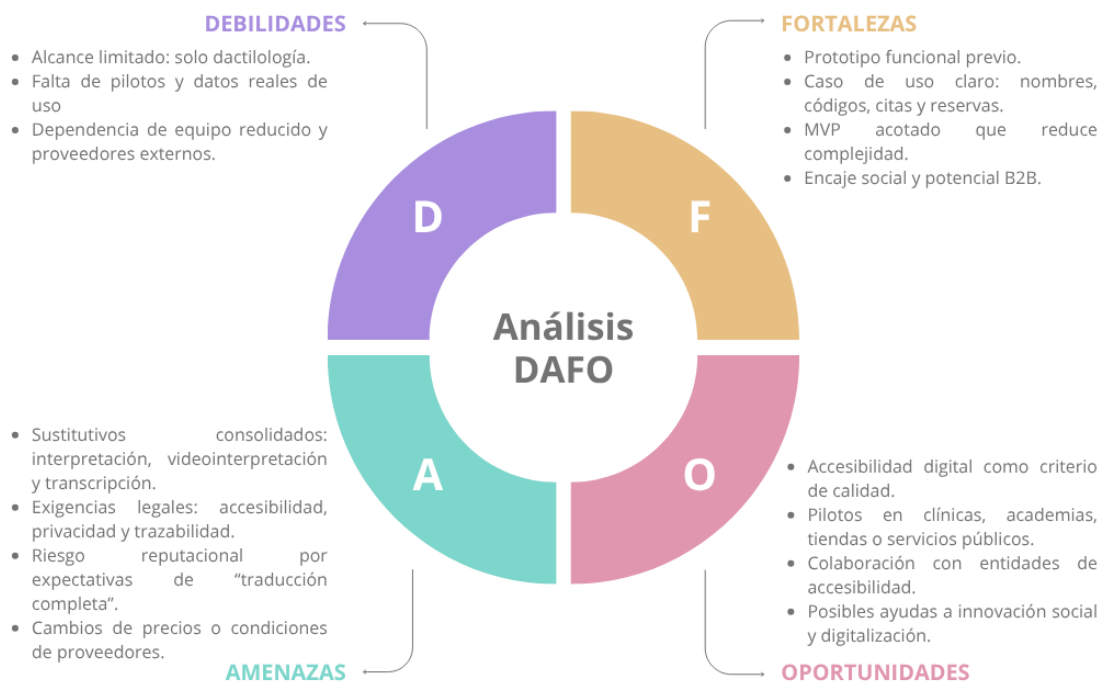
El presente capítulo examina la situación interna del proyecto con el fin de valorar si sus capacidades actuales son coherentes con el modelo de negocio planteado y con el despliegue progresivo del MVP. Para ello, se utiliza un análisis DAFO y su traducción posterior a líneas de acción mediante CAME, conectando así las condiciones internas del proyecto con las oportunidades y amenazas identificadas en el análisis externo (Porter, 2008; Consorci per a la Formació Contínua de Catalunya, 2026).

El punto de partida viene dado por la existencia de un prototipo funcional desarrollado en un trabajo técnico, utilizado únicamente como referencia para estimar requisitos, riesgos y costes de productización y adaptación del servicio, sin constituir una evaluación técnica completa en este trabajo (Véase Anexo A; Rodríguez Cots, 2026). A partir de esta base, el análisis interno se centra en cuatro aspectos: los recursos mínimos para operar un servicio digital, los procesos clave de desarrollo y soporte, los activos de diferenciación más difíciles de replicar y la capacidad de escalar bajo una lógica SaaS, manteniendo además requisitos verificables de accesibilidad como parte del producto (World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021; Osterwalder & Pigneur, 2010).

4.2 Análisis DAFO

La Figura 4.1 sintetiza el análisis DAFO del proyecto. A continuación, se desarrollan sus principales elementos.

Fig. 4.1 Infograma del análisis DAFO del proyecto.



Fuente: Elaboración propia del autor (plantilla de Canva).

4.2.1 Debilidades

La principal debilidad del proyecto deriva del propio alcance del MVP. Al centrarse en dactilología para contenidos alfabéticos y puntuales, la solución no cubre muchas de las necesidades que suelen asociarse a la accesibilidad en lengua de signos, lo que puede reducir su valor percibido y generar desajustes de expectativas. Esta limitación es coherente con la literatura sobre los actuales límites de la traducción automática completa a lenguas de signos, pero obliga a demostrar utilidad en casos de uso muy concretos y recurrentes (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

A ello, se añade la falta de evidencia empírica de adopción. El proyecto parte de un prototipo y de una base conceptual razonable, pero no dispone todavía de datos primarios que reduzcan la incertidumbre comercial. En consecuencia, la capacidad de desarrollo, soporte y venta depende de un equipo reducido y de recursos limitados, mientras que la exigencia de mantener accesibilidad verificable añade esfuerzo continuo de diseño,

pruebas y mantenimiento (Véase Anexo A; Rodríguez Cots, 2026; World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

Por último, existen dependencias tecnológicas relevantes. La operación del servicio puede quedar expuesta a proveedores de infraestructura y, si se habilita la voz, a servicios externos de reconocimiento del habla, con impacto directo sobre costes y continuidad operativa.

4.2.2 Amenazas

Entre las amenazas externas destaca la presión competitiva de soluciones ya implantadas que cubren total o parcialmente la necesidad, como la videointerpretación, la transcripción y otras aplicaciones de apoyo comunicativo. Esta situación puede dificultar la adopción, especialmente si las organizaciones perciben estas alternativas como opciones más conocidas o menos arriesgadas (Porter, 2008; Fundación CNSE, 2026; Ava, 2026; Rogervoice, 2025).

También existen amenazas de carácter legal y operativo. Si el producto incorpora voz o vídeo, el tratamiento de datos personales exigirá mayores garantías de licitud, transparencia, minimización y seguridad. Además, la venta a organizaciones, y especialmente una eventual entrada en B2G, obliga a sostener evidencias de accesibilidad verificable y trazabilidad de incidencias, lo que eleva el nivel de exigencia del proyecto (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016b; Jefatura del Estado, 2018; World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021; Gobierno de España, 2018).

Por último, debe considerarse la amenaza reputacional. Si el producto se comunica como traducción a lengua de signos cuando su alcance real se limita a dactilología en microinteracciones, puede producirse rechazo por expectativas incumplidas y pérdida de legitimidad ante usuarios y entidades del sector (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023; Fundación CNSE, 2026).

4.2.3 Fortalezas

La primera fortaleza del proyecto es la existencia de una base técnica previa. El prototipo funcional desarrollado en el trabajo técnico reduce incertidumbre inicial y facilita estimar requisitos, riesgos y costes de comercialización, aportando una ventaja temporal frente a iniciativas que parten desde cero (Véase Anexo A; Rodríguez Cots, 2026).

En segundo lugar, la propuesta se alinea con una necesidad social reconocida y con un marco de derechos que refuerza su legitimidad. Esta base favorece la posibilidad de colaboración con entidades del ámbito de la accesibilidad y con organizaciones interesadas en mejorar inclusión y calidad del servicio (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2007, 2013).

Finalmente, el carácter acotado del MVP constituye una fortaleza estratégica. Al centrarse en un caso de uso más limitado y operativo, el proyecto reduce complejidad, acelera aprendizaje y permite validar aceptación antes de ampliar alcance funcional (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

4.2.4 Oportunidades

La principal oportunidad del proyecto se relaciona con la creciente relevancia de la accesibilidad digital como criterio de calidad y, en determinados ámbitos, como exigencia normativa. Este contexto puede favorecer que organizaciones públicas y privadas evalúen soluciones de apoyo a la comunicación como parte de sus servicios y canales (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016a, 2019; Gobierno de España, 2018).

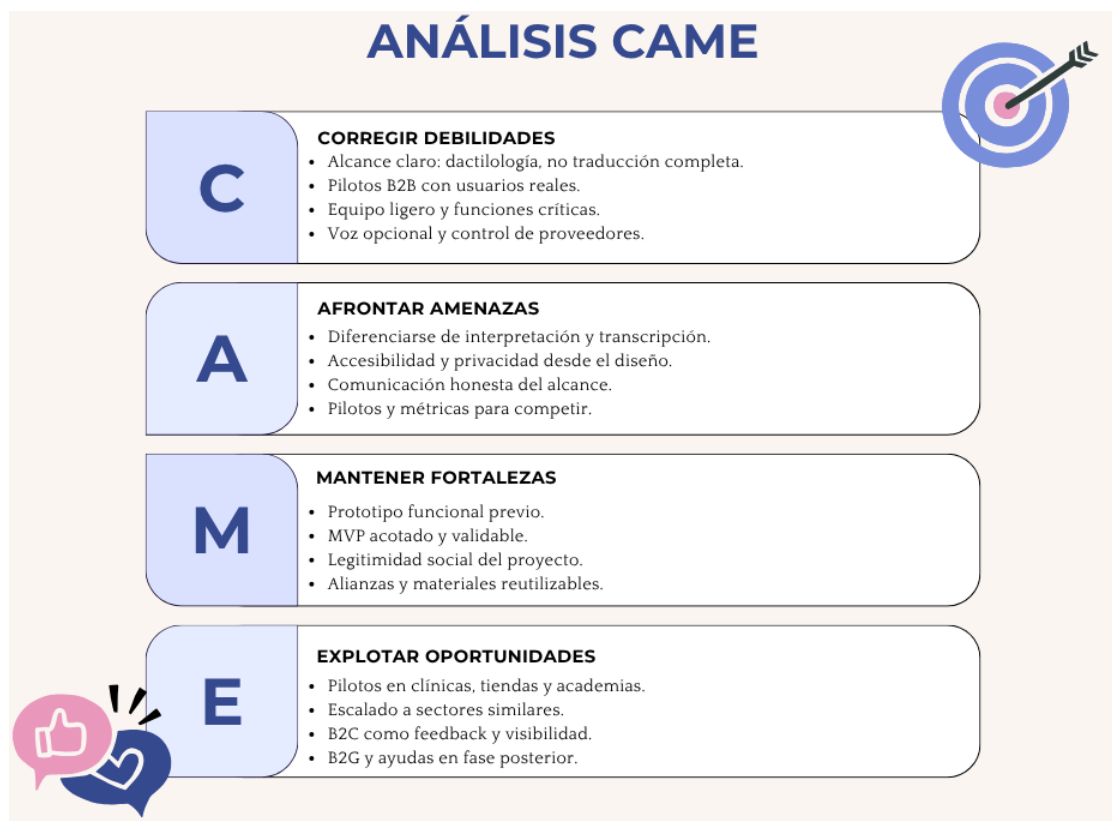
A ello se suma la posibilidad de iniciar la validación mediante pilotos en sectores con alta frecuencia de microinteracciones y sensibilidad social, como educación, sanidad o atención ciudadana. Estos entornos pueden facilitar evidencia de uso y casos de referencia con valor para el posterior escalado (Gobierno de España, 2018; Jefatura del Estado, 2013).

De forma complementaria, también existe una oportunidad potencial en programas de financiación vinculados a innovación social, accesibilidad y digitalización, aunque esta vía no debe considerarse financiación asegurada y se analiza como alternativa complementaria en el Capítulo 5.

4.3 Análisis CAME

La Figura 4.2 sintetiza el análisis CAME del proyecto. Este análisis se construye directamente a partir de los elementos identificados en el DAFO: las debilidades se transforman en acciones correctoras, las amenazas en medidas defensivas, las fortalezas en activos que deben mantenerse y las oportunidades en líneas de crecimiento que conviene explorar de forma progresiva (Consorti per a la Formació Contínua de Catalunya, 2026). A continuación, se desarrollan sus principales elementos.

Fig. 4.2 Infograma del análisis CAME del proyecto.



Fuente: Elaboración propia del autor (plantilla de Canva).

4.3.1 Corregir debilidades

Para corregir las debilidades identificadas en el DAFO, las acciones deben centrarse en cuatro líneas: aclarar el alcance del producto, generar evidencia de uso real, reforzar la capacidad mínima de ejecución y reducir la dependencia tecnológica.

En primer lugar, el alcance limitado del MVP debe abordarse mediante una comunicación precisa. La solución no debe presentarse como traducción completa a lengua de signos, sino como una herramienta de apoyo para microinteracciones mediante dactilología. Esta delimitación resulta coherente con las limitaciones actuales de la traducción automática completa a lenguas de signos y permite concentrar el valor del producto en usos concretos, como nombres, códigos, citas, reservas, direcciones o

referencias breves (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

En segundo lugar, la falta de evidencia empírica exige validar el producto mediante pilotos en puntos de atención B2B. Por ejemplo, una clínica, una academia o una tienda podrían probar la herramienta durante un periodo limitado para comprobar si resulta útil en situaciones reales de atención. Estos pilotos deberían recoger datos sencillos, como número de usos, incidencias, facilidad percibida por el personal y utilidad en la comunicación de información alfabética o puntual. De este modo, la debilidad derivada de no disponer todavía de datos primarios se convierte en una línea de trabajo orientada a obtener evidencia operativa antes de ampliar el despliegue.

En tercer lugar, la limitación de recursos debe gestionarse mediante una estructura ligera, pero con funciones mínimas bien definidas. El proyecto necesita combinar desarrollo técnico, producto, validación con usuarios, soporte básico y actividad comercial. En esta fase no se trata de ampliar el equipo de forma excesiva, sino de asegurar que las funciones críticas para lanzar pilotos y mejorar el MVP estén cubiertas. Además, los procedimientos de control de calidad y verificación de accesibilidad deben incorporarse desde el inicio para evitar que la falta de recursos comprometa la fiabilidad del servicio (World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

Por último, la dependencia tecnológica debe reducirse mediante decisiones prudentes de diseño. Mantener el texto como vía principal de entrada y tratar la voz como funcionalidad opcional permite limitar costes variables, reducir riesgos de proveedor y simplificar el cumplimiento en privacidad. Asimismo, conviene mantener una arquitectura modular y monitorizar el consumo de servicios externos para evitar que la infraestructura o el reconocimiento automático del habla comprometan la sostenibilidad del proyecto. Esta decisión resulta coherente con el hecho de que el prototipo técnico se utiliza como referencia funcional, pero no como producto comercial plenamente validado (Véase Anexo A; Rodríguez Cots, 2026).

4.3.2 Afrontar amenazas

Para afrontar las amenazas identificadas en el DAFO, el proyecto debe actuar sobre cuatro planos: competencia, cumplimiento normativo, reputación y defensa práctica frente a nuevos actores. En primer lugar, frente a productos sustitutivos como la interpretación presencial, la videointerpretación o la transcripción en tiempo real, la estrategia no debe consistir en competir como solución generalista. El posicionamiento más adecuado es situar el MVP en un espacio específico: microinteracciones breves donde sea necesario comunicar información alfabética de forma inmediata, como un apellido, un código de recogida, una cita o una dirección (Porter, 2008; Fundación CNSE, 2026; Ava, 2026; Rogervoice, 2025).

En materia de cumplimiento, el proyecto debe incorporar desde el inicio criterios de accesibilidad verificable y privacidad desde el diseño. Esto resulta especialmente importante si se habilitan entradas por voz o vídeo, ya que el tratamiento de datos personales aumenta las exigencias legales y operativas. Asimismo, disponer de

documentación básica sobre accesibilidad, funcionamiento y gestión de incidencias puede facilitar la adopción en B2B y preparar una posible entrada futura en B2G (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016a, 2016b; Jefatura del Estado, 2018; Agencia Española de Protección de Datos, 2019; European Data Protection Board, 2020; World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021; Gobierno de España, 2018).

En el plano reputacional, la medida principal es mantener una comunicación clara y constante sobre el alcance real del producto. El MVP debe explicarse como apoyo a microinteracciones mediante dactilología, no como sustituto de la interpretación profesional ni como traducción completa a lengua de signos. Esta claridad reduce el riesgo de rechazo por expectativas incumplidas y protege la legitimidad del proyecto ante usuarios, asociaciones y organizaciones colaboradoras (Jefatura del Estado, 2007; Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

Finalmente, frente a la presión competitiva y a posibles nuevos entrantes, la defensa práctica debe basarse en activos difíciles de replicar a corto plazo. Entre ellos destacan los acuerdos con entidades del ámbito de la accesibilidad, los pilotos documentados, las métricas de uso y los materiales de implantación reutilizables. Estos elementos pueden generar confianza en clientes organizacionales y diferenciar la propuesta más allá de la tecnología, especialmente en una fase en la que el producto todavía debe demostrar adopción real (Porter, 2008; Osterwalder & Pigneur, 2010).

4.3.3 Mantener fortalezas

Mantener las fortalezas implica consolidar los activos que ya aportan valor al proyecto y evitar que se diluyan durante la transición desde prototipo a producto. La primera fortaleza que debe preservarse es la existencia de un prototipo funcional previo. Para ello, el paso siguiente no debe ser ampliar de forma rápida el alcance funcional, sino convertir esa base técnica en una solución más estable, documentada y preparada para pruebas en entorno real. El prototipo permite reducir incertidumbre inicial, pero requiere adaptación, control de calidad y validación antes de una comercialización efectiva (Véase Anexo A; Rodríguez Cots, 2026).

También debe mantenerse la fortaleza estratégica del alcance acotado. Aunque limitarse a dactilología reduce el campo funcional del producto, también disminuye la complejidad técnica y permite concentrar recursos en un caso de uso concreto. Esta decisión facilita validar utilidad antes de plantear funcionalidades más ambiciosas, como signos léxicos generales o traducción más amplia, y resulta coherente con la literatura que advierte sobre las dificultades actuales de la traducción automática completa a lenguas de signos (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023).

Otra fortaleza que debe conservarse es la legitimidad social de la propuesta. Para ello, la comunicación, el onboarding y los materiales dirigidos a organizaciones deben mantener un posicionamiento ético y realista, alineado con el marco de derechos y con la función concreta del MVP. La relación con entidades del ámbito de la accesibilidad puede ayudar a reforzar esta legitimidad y a mejorar la adecuación del producto a situaciones

reales de uso (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2007, 2013).

Por último, conviene mantener y reforzar activos acumulativos como la marca, las alianzas, los materiales de formación breve, las guías de uso y los protocolos de soporte. Estos recursos pueden facilitar la implantación en centros y reducir el esfuerzo necesario para replicar pilotos en organizaciones similares. Además, contribuyen a convertir una solución técnica inicial en una propuesta de servicio más comprensible para clientes B2B.

4.3.4 Explorar oportunidades

La exploración de oportunidades debe realizarse de forma gradual, evitando dispersar recursos antes de validar el producto. La oportunidad principal se sitúa en el despliegue inicial B2B, especialmente en organizaciones con atención directa al público y microinteracciones frecuentes, como clínicas, academias, tiendas, autoescuelas, hoteles o recepciones. Estos entornos permiten observar de forma clara si la herramienta aporta valor en la comunicación de nombres, citas, reservas, códigos o indicaciones breves. Además, la creciente relevancia de la accesibilidad digital como criterio de calidad favorece que las organizaciones puedan valorar soluciones de apoyo a la comunicación dentro de sus servicios (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2019; World Wide Web Consortium, 2018; European Telecommunications Standards Institute, 2021).

Una vez validado un primer tipo de centro, el crecimiento puede orientarse hacia sectores próximos con necesidades similares. Por ejemplo, si el piloto funciona en una clínica, podría explorarse su aplicación en otras clínicas, centros educativos privados o servicios con recepción. Este enfoque permite escalar por repetición de casos de uso, sin rediseñar completamente la propuesta para cada cliente. En este sentido, el canal B2C puede mantenerse como vía complementaria de visibilidad, prueba de uso y recogida de feedback, pero no debería absorber los recursos principales en la fase inicial.

La entrada en B2G debe plantearse como oportunidad posterior, una vez existan evidencias de uso, documentación de accesibilidad y mayor madurez operativa. Este segmento puede resultar atractivo por su vinculación con la atención ciudadana y los servicios públicos, pero exige mayor formalización, cumplimiento normativo y capacidad documental, por lo que no debería ser la vía principal de entrada al mercado (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016a; Gobierno de España, 2018).

De forma complementaria, conviene explorar posibles programas de apoyo a la innovación social, accesibilidad y digitalización. Esta vía no debe considerarse un ingreso asegurado, pero sí una opción para reducir la presión financiera inicial y facilitar la fase de pilotos, adaptación del producto o mejora de accesibilidad. Por tanto, las oportunidades deben aprovecharse de forma secuencial: primero validación B2B, después réplica en sectores similares y, solo posteriormente, preparación de B2G o vías de financiación complementarias.

5. ESTUDIO DE VIABILIDAD

El presente capítulo analiza la viabilidad del proyecto desde una perspectiva presupuestaria. A diferencia de un plan financiero completo, no se pretende predecir con exactitud la rentabilidad futura ni estimar beneficios cerrados, sino determinar qué recursos económicos serían necesarios para transformar el prototipo funcional en un MVP utilizable, validarlo en un entorno real y sostener su evolución inicial durante un horizonte de dos años.

La iniciativa parte de una base técnica previa, pero todavía no dispone de evidencia empírica suficiente sobre adopción, conversión a pago, uso recurrente o disposición real de organizaciones a contratar la solución. Por ello, la viabilidad se plantea como una cuestión práctica: cuánto costaría poner en marcha el proyecto, qué gastos serían imprescindibles, qué partidas podrían aplazarse y qué vías de financiación permitirían cubrir esa necesidad inicial.

5.1 Enfoque del estudio de viabilidad

La viabilidad se entiende en este capítulo como la capacidad del proyecto para cubrir los costes necesarios de desarrollo, adaptación, lanzamiento y validación inicial del MVP. En este sentido, el análisis no se centra en calcular un punto de equilibrio o una rentabilidad estimada a largo plazo, sino en presupuestar los recursos mínimos para avanzar desde el prototipo actual hacia una solución verificable en contexto real.

El primer año se plantea como una fase de productización, adaptación y validación inicial del servicio. Durante este periodo, el objetivo principal sería adaptar el prototipo, mejorar la experiencia de usuario, preparar una versión estable, asegurar unos requisitos mínimos de accesibilidad y realizar pilotos B2B en puntos de atención. Por ejemplo, una clínica dental, una academia o una tienda podrían probar la herramienta durante unas semanas para comprobar si resulta útil al comunicar nombres, citas, códigos o indicaciones breves a personas usuarias de lengua de signos.

El segundo año se orienta a la continuidad del proyecto. Una vez obtenidos los primeros aprendizajes, el esfuerzo debería concentrarse en mantenimiento técnico, mejora del producto, soporte a centros piloto o primeros clientes y preparación de una posible expansión controlada. Esta fase no supone comenzar desde cero, sino consolidar lo aprendido durante el primer año y decidir si el proyecto merece una inversión mayor.

Por tanto, la viabilidad presupuestaria queda condicionada a dos elementos. En primer lugar, a la capacidad de conseguir financiación suficiente para cubrir el presupuesto mínimo del primer año. En segundo lugar, a la obtención de evidencia de uso real que justifique continuar durante el segundo año. Si no se consigue validar utilidad en pilotos B2B, no sería prudente ampliar funcionalidades ni asumir costes de escalado.

5.2 Supuestos de presupuestación

El presupuesto se construye a partir de una serie de supuestos coherentes con el alcance definido en los capítulos anteriores. En primer lugar, se parte de la existencia de un prototipo funcional desarrollado en un trabajo técnico, utilizado como referencia para estimar necesidades de desarrollo, adaptación y comercialización, pero no como producto comercial terminado (Rodríguez Cots, 2026). Esto implica que el proyecto no requiere comenzar desde cero, aunque sí necesita inversión para convertir la prueba de concepto en un MVP más estable, usable y presentable ante usuarios y organizaciones.

En segundo lugar, se mantiene el alcance funcional acotado a dactilología para microinteracciones alfabéticas o puntuales. Esta decisión reduce complejidad y evita asumir costes propios de una traducción completa a lengua de signos, un campo que sigue presentando limitaciones técnicas relevantes en datos, variabilidad lingüística y evaluación de naturalidad (Núñez-Marcos et al., 2023; Papatsimouli et al., 2023). En términos presupuestarios, esto permite concentrar los recursos en mejorar estabilidad, accesibilidad y experiencia de uso, en lugar de ampliar de forma prematura el alcance lingüístico.

En tercer lugar, el canal prioritario de validación es B2B, mediante pilotos en organizaciones con atención directa al público. El canal B2C se mantiene como vía complementaria de visibilidad y feedback, pero no se considera el motor principal de financiación inicial. Esta hipótesis se alinea con el modelo de negocio descrito, en el que la licencia por centro aparece como una vía más clara para justificar ingresos recurrentes que una suscripción individual sensible al precio (Osterwalder & Pigneur, 2010).

En cuarto lugar, la entrada por texto se considera la funcionalidad base. La voz o el vídeo se tratan como funcionalidades opcionales y controladas, ya que aumentan costes, dependencia de proveedores y exigencias de privacidad. Si el producto incorpora datos de voz o vídeo, será necesario reforzar medidas de minimización, información al usuario y cumplimiento en materia de protección de datos (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2016b; Jefatura del Estado, 2018; Agencia Española de Protección de Datos, 2019).

Finalmente, los importes recogidos en las tablas deben interpretarse como estimaciones razonadas para un escenario hipotético de puesta en marcha. No son presupuestos cerrados de proveedor ni sustituyen la solicitud de ofertas reales. Su función dentro del trabajo es dimensionar la necesidad de financiación y permitir valorar si el proyecto puede avanzar de forma prudente.

5.3 Presupuesto estimado del proyecto

El presupuesto estimado del proyecto se divide en dos horizontes temporales. El primer año recoge los costes necesarios para adaptar el prototipo, preparar una versión funcional del MVP, asegurar unos mínimos de accesibilidad, diseñar materiales de uso y realizar pilotos. El segundo año contempla los costes de continuidad: mantenimiento, mejoras derivadas de los pilotos, soporte, actividad comercial B2B y preparación de una posible expansión.

Las partidas se agrupan en cuatro categorías. La primera corresponde a gastos de personal, incluyendo desarrollo técnico, producto, coordinación de pilotos, soporte y apoyo puntual en diseño accesible. La segunda corresponde a intangibles, como documentación, materiales de onboarding, revisión legal, privacidad, accesibilidad y diseño de recursos comerciales. La tercera incluye tangibles, como dispositivos de prueba, material básico para demostraciones o recursos técnicos de apoyo. La cuarta agrupa OPEX, es decir, costes operativos recurrentes como infraestructura cloud, herramientas digitales, dominios, monitorización, soporte y acciones comerciales iniciales.

Esta clasificación permite conectar el presupuesto con la estructura de costes del modelo de negocio descrito previamente. En una solución SaaS, el peso principal suele concentrarse en talento, mantenimiento e infraestructura, mientras que la inversión física es relativamente limitada. Por tanto, la clave no está en adquirir grandes activos materiales, sino en financiar el tiempo necesario para desarrollar, probar, corregir y validar el producto.

5.3.1 Presupuesto estimado para el primer año

El primer año se concibe como la fase de construcción y validación inicial. El objetivo no sería lanzar una solución a gran escala, sino disponer de una versión suficientemente estable para ser probada en entornos reales. Esto incluye adaptar el prototipo, mejorar la interfaz, preparar la salida visual, documentar el uso, verificar criterios básicos de accesibilidad y organizar pilotos con clientes potenciales.

En términos prácticos, el presupuesto del primer año debería permitir comprobar si el personal de una clínica puede usar la herramienta sin formación compleja, si una tienda puede emplearla para comunicar un código de recogida o si una academia puede utilizarla para deletrear nombres, aulas o referencias breves. Por tanto, el gasto no se justifica solo por desarrollar software, sino por convertir el MVP en una herramienta medible en situaciones reales.

El presupuesto del primer año se distribuye en cuatro grandes categorías. En primer lugar, los gastos de personal representan la partida más relevante, ya que incluyen el desarrollo, productización y preparación de pilotos del MVP, la coordinación de pilotos, la revisión de experiencia de usuario y accesibilidad, y el apoyo legal básico vinculado a privacidad y condiciones de uso. Esta categoría es prioritaria porque el proyecto depende principalmente de trabajo técnico, adaptación funcional y preparación para pruebas reales.

En segundo lugar, los intangibles incluyen la elaboración de documentación, guías de uso, materiales de onboarding, página web básica y recursos comerciales para presentar el producto ante organizaciones B2B. Estos elementos son necesarios para que una clínica, una academia o una tienda puedan entender el alcance del producto y probarlo de forma ordenada.

En tercer lugar, los tangibles se limitan a dispositivos y material de prueba para demostraciones, ya que el proyecto no requiere una inversión física elevada. Por último,

los gastos operativos recurrentes, OPEX, incluyen infraestructura cloud, herramientas digitales, acciones iniciales de prospección comercial y gestión administrativa básica.

La Tabla 5.1 resume el presupuesto estimado para el primer año, agrupando las partidas en las cuatro categorías principales. El margen de contingencia se incorpora dentro de cada categoría, con el fin de mantener una tabla más sintética y evitar una partida separada.

Tabla 5.1 Presupuesto estimado para el primer año.

Categoría	Contenido principal	Coste estimado
Personal	Desarrollo del MVP, coordinación de pilotos, UX, accesibilidad y apoyo legal básico	29.700 €
Intangibles	Documentación, materiales de uso, onboarding, web básica y materiales comerciales	4.950 €
Tangibles	Dispositivos y material de prueba para demostraciones	1.650 €
OPEX	Infraestructura cloud, herramientas, prospección inicial y gestión administrativa	7.480 €
Total estimado año 1		43.780 €

Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado.

Este presupuesto debe entenderse como una estimación contenida. No contempla una estructura empresarial amplia ni salarios a jornada completa para todos los perfiles, sino una combinación de trabajo propio, colaboración externa y contratación parcial de servicios especializados. Este planteamiento resulta coherente con una fase temprana, en la que todavía no existe evidencia suficiente para comprometer una inversión elevada.

5.3.2 Presupuesto estimado para el segundo año

El segundo año se plantea como una fase de continuidad y mejora. Si los pilotos del primer año muestran utilidad suficiente, el proyecto necesitaría mantener la infraestructura, corregir errores, mejorar funcionalidades, reforzar documentación y continuar la captación B2B. En esta fase también sería necesario sostener un soporte mínimo a centros que hayan probado o contratado la solución.

A diferencia del primer año, el segundo no concentra el gasto en crear el MVP a partir del prototipo descrito por Rodríguez Cots (2026), sino en mantenerlo operativo y convertir los aprendizajes de los pilotos en mejoras. Es decir, si una clínica informa de que el personal necesita guardar expresiones frecuentes, esta mejora podría incorporarse como funcionalidad prioritaria. Si una tienda indica que el proceso debe ser más rápido en mostrador, se debería trabajar en reducir pasos de uso y optimizar rendimiento. De este modo, el presupuesto del segundo año se vincula directamente a la validación y no a una

expansión prematura.

El presupuesto del segundo año mantiene las mismas cuatro categorías, aunque con una distribución distinta. Los gastos de personal siguen siendo la partida principal, pero se orientan más a mantenimiento técnico, mejoras derivadas de pilotos, soporte B2B y actividad comercial. Es decir, el foco deja de estar en construir la primera versión y pasa a estar en mejorarla, sostenerla y acercarla a nuevos centros.

Los intangibles se vinculan a la actualización de documentación, accesibilidad y privacidad. Esta partida es importante porque, si el producto incorpora nuevas funcionalidades o se prueba en más entornos, será necesario revisar guías, materiales de cumplimiento y condiciones de uso. Los tangibles siguen teniendo un peso reducido, limitados a material de prueba y demostración.

Finalmente, el OPEX aumenta ligeramente respecto al primer año, ya que incluye infraestructura cloud, monitorización, herramientas digitales y acciones de captación B2B más continuadas.

La Tabla 5.2 resume el presupuesto estimado para el segundo año, integrando el margen de contingencia dentro de cada categoría para mantener la misma lógica de presentación que en el primer año.

Tabla 5.2 Presupuesto estimado para el segundo año.

Categoría	Contenido principal	Coste estimado
Personal	Mantenimiento técnico, mejoras derivadas de pilotos, soporte B2B y actividad comercial	30.800 €
Intangibles	Accesibilidad, documentación, actualización legal y privacidad	4.400 €
Tangibles	Material de prueba y demostración	1.100 €
OPEX	Infraestructura cloud, monitorización, herramientas digitales y marketing B2B	10.010 €
Total estimado año 2		46.310 €

Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado.

Los importes incluyen un margen de contingencia distribuido dentro de cada categoría, con el objetivo de contemplar desviaciones razonables sin añadir una partida separada.

La continuidad del segundo año solo debería activarse si los resultados del primer año justifican seguir invirtiendo. En caso contrario, sería preferible detener la ampliación del proyecto, limitar el mantenimiento o reformular la propuesta antes de asumir nuevos costes.

5.3.3 Necesidad total de financiación

A partir de los presupuestos anteriores, la necesidad total estimada para cubrir los dos primeros años asciende a 90.090 €. Esta cifra representa una necesidad recomendada, es decir, el importe que permitiría desarrollar, probar, mantener y mejorar el MVP con un margen razonable de seguridad. No obstante, dentro de esta cantidad existen partidas imprescindibles y partidas aplazables.

La necesidad mínima se correspondería con aquellas partidas sin las cuales el proyecto no podría validarse: desarrollo, productización y preparación de pilotos del MVP, infraestructura básica, accesibilidad mínima, documentación de uso, privacidad básica y pilotos B2B. En cambio, algunas partidas podrían aplazarse si la financiación disponible fuera menor, como ciertas acciones de marketing, mejoras funcionales no críticas o materiales comerciales avanzados.

Tabla 5.3 Necesidad total de financiación del proyecto.

Horizonte	Finalidad	Necesidad estimada
Año 1	Desarrollo, productización y preparación de pilotos del MVP, preparación de pilotos y validación inicial	43.780 €
Año 2	Mantenimiento, mejora del producto, soporte y captación B2B	46.310 €
Total recomendado 24 meses	Desarrollo y continuidad inicial del proyecto	90.090 €

Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado.

Desde el punto de vista de la gestión, el proyecto podría plantearse en tres niveles de financiación. El primero sería un presupuesto mínimo, suficiente para disponer de una versión funcional y realizar pilotos limitados. El segundo sería el presupuesto recomendado, equivalente a la suma de los dos años estimados. El tercero sería un presupuesto ampliado, que solo tendría sentido si se quisiera acelerar la comercialización o incorporar de forma más ambiciosa funcionalidades de voz, vídeo o integración mediante API.

En este trabajo se considera más prudente utilizar como referencia el presupuesto recomendado, pero vincular su ejecución a hitos. Así, no sería necesario comprometer desde el inicio todo el gasto de dos años, sino asegurar primero la financiación del primer año y condicionar la continuidad a resultados verificables de pilotos.

5.4 Alternativas de financiación privada y pública

Una vez estimada la necesidad presupuestaria del proyecto, resulta necesario valorar qué vías permitirían cubrir los costes iniciales de desarrollo, adaptación y validación del

MVP. En este caso, pueden contemplarse dos grandes alternativas: financiación privada y financiación pública mediante convocatorias de apoyo a la innovación, accesibilidad o digitalización. Ambas vías presentan ventajas y limitaciones, por lo que la opción más prudente no sería depender exclusivamente de una sola fuente, sino combinar recursos privados iniciales con posibles ayudas públicas cuando el proyecto encaje en sus requisitos.

La financiación privada puede aportar rapidez y flexibilidad, especialmente en la fase inicial. Podría articularse mediante aportaciones de los promotores, entrada de inversores privados, acuerdos con entidades interesadas o pilotos B2B parcialmente financiados por organizaciones. Por ejemplo, una clínica dental, una academia o una tienda con atención al público podría asumir el coste de una prueba limitada del producto durante varias semanas, a cambio de utilizar la herramienta en la recepción, recibir soporte básico y participar en la definición de mejoras. Esta vía resulta especialmente interesante porque no solo aporta recursos económicos, sino también evidencia de mercado y datos de uso real.

No obstante, la financiación privada también presenta limitaciones. Las aportaciones propias suelen tener alcance reducido, la entrada de inversores puede exigir cesión de control o expectativas de crecimiento rápido, y la financiación bancaria debería utilizarse con prudencia, ya que el proyecto todavía no cuenta con ingresos recurrentes validados. Por ello, esta vía resulta adecuada para iniciar la productización y cubrir gastos urgentes, pero no debería asumirse como única solución para financiar todo el horizonte de dos años.

La financiación pública, por su parte, podría canalizarse a través de convocatorias orientadas a innovación, accesibilidad, transformación digital o impacto social. Este tipo de ayudas puede encajar con el proyecto porque la solución plantea una aplicación tecnológica dirigida a reducir barreras de comunicación en contextos cotidianos de atención al público. En términos prácticos, una ayuda pública podría destinarse a partidas como adaptación del prototipo, mejora de accesibilidad, preparación de pilotos, documentación, pruebas con usuarios y validación en entornos reales.

Sin embargo, las subvenciones no deben considerarse financiación asegurada. Su concesión depende de la existencia de convocatorias abiertas, del cumplimiento de requisitos, de la valoración de la propuesta, de la resolución favorable y de la posterior justificación de los gastos, conforme a la lógica general de las subvenciones públicas (Jefatura del Estado, 2003). Por tanto, esta vía debe entenderse como complemento y no como sustituto de una planificación financiera propia.

En conjunto, la alternativa más adecuada sería una estrategia mixta. El proyecto podría comenzar con recursos privados limitados o con un piloto B2B inicial, mientras explora convocatorias públicas vinculadas a innovación y accesibilidad. Este enfoque permite avanzar sin paralizar el desarrollo en caso de que una ayuda no se conceda o se retrase, y al mismo tiempo reduce la presión financiera sobre los promotores si finalmente se obtiene apoyo público.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo concluye que la iniciativa analizada presenta un encaje empresarial plausible, pero su puesta en marcha solo resulta recomendable bajo un criterio de avance condicionado. El modelo de negocio definido es coherente con la naturaleza digital del servicio y con el alcance acotado del MVP, al combinar una propuesta de valor concreta, orientada a microinteracciones mediante dactilología, con una estrategia inicial centrada en el segmento B2B. No obstante, la ausencia de datos primarios de mercado impide afirmar una viabilidad comercial plena en esta fase, por lo que el proyecto debe entenderse como una oportunidad que requiere validación progresiva.

Desde el punto de vista del entorno, el proyecto se inserta en un contexto favorable para justificar su oportunidad, debido a la creciente relevancia de la accesibilidad digital, el reconocimiento normativo de los apoyos a la comunicación y la existencia de necesidades no resueltas en situaciones de atención cotidiana. Sin embargo, también se enfrenta a una presión competitiva relevante por la presencia de soluciones sustitutivas, como la interpretación, la videointerpretación o la transcripción. En consecuencia, el encaje comercial no depende de competir como solución generalista, sino de demostrar utilidad en un espacio específico: microinteracciones breves donde sea necesario comunicar información alfabética de forma inmediata.

El análisis interno muestra como principales fortalezas la existencia de una base técnica previa, el carácter socialmente relevante del problema y la decisión de acotar el MVP a un caso de uso manejable. Sin embargo, también evidencia debilidades importantes, especialmente la falta de pilotos con usuarios reales, la dependencia de proveedores tecnológicos y el riesgo de generar expectativas incorrectas si el producto se comunica como traducción completa a lengua de signos. Por ello, la continuidad del proyecto debe apoyarse en una comunicación prudente, en pruebas reales con organizaciones y en una evolución técnica progresiva.

Desde la perspectiva presupuestaria, el estudio estima una necesidad de financiación de 43.780 € para el primer año y de 90.090 € para cubrir los dos primeros años. Estas cifras sitúan el proyecto en un orden de magnitud razonable para una iniciativa digital temprana basada en un prototipo funcional previo, siempre que se mantenga una estructura ligera y no se amplíe prematuramente el alcance funcional. La viabilidad no depende únicamente de que el presupuesto sea asumible, sino de conseguir financiación suficiente y convertir dicha financiación en evidencia de uso real mediante pilotos B2B.

En consecuencia, la conclusión general es que el proyecto puede avanzar, pero no bajo un dictamen de viabilidad plena, sino como una iniciativa condicionada a tres requisitos: asegurar financiación inicial suficiente, validar el MVP en contextos reales de atención y mantener el alcance centrado en dactilología para microinteracciones concretas.

6.1 Recomendaciones

A partir del análisis realizado, se recomienda mantener el segmento B2B como vía inicial prioritaria, ya que permite probar el producto en contextos reales con un pagador identificable. La fase inmediata debería centrarse en preparar uno o dos pilotos con organizaciones concretas, como una clínica, una academia, una tienda o una recepción, donde pueda evaluarse si la herramienta ayuda a comunicar nombres, códigos, citas, reservas o indicaciones breves.

En segundo lugar, se recomienda asegurar la financiación mínima del primer año antes de asumir compromisos de ampliación. El presupuesto estimado de 43.780 € debería utilizarse como referencia para solicitar ofertas reales, ajustar partidas y decidir qué gastos son imprescindibles y cuáles podrían aplazarse. En paralelo, conviene explorar una estrategia mixta de financiación, combinando recursos privados, posibles pilotos financiados por organizaciones y la solicitud de subvenciones públicas vinculadas a innovación, accesibilidad y digitalización.

En cuanto al producto, se recomienda mantener el alcance funcional acotado. La prioridad no debería ser incorporar traducción completa, nuevas modalidades avanzadas o integraciones complejas, sino mejorar estabilidad, accesibilidad, claridad visual y facilidad de uso. La entrada por texto debería mantenerse como base principal, mientras que voz y vídeo deberían tratarse como funcionalidades opcionales por su mayor impacto en costes, privacidad y dependencia tecnológica.

Finalmente, se recomienda convertir el presupuesto estimado en un presupuesto operativo antes de iniciar la ejecución. Para ello, sería conveniente solicitar presupuestos reales de desarrollo, infraestructura, accesibilidad, revisión legal y soporte, así como definir indicadores sencillos para los pilotos: número de usos, incidencias, facilidad percibida por el personal, utilidad en la comunicación y satisfacción de los usuarios.

6.2 Reflexión sobre la relación del TFG con la Agenda 2030 (ODS)

La Agenda 2030 establece un marco global orientado a un desarrollo inclusivo y sostenible, en el que la reducción de desigualdades y el acceso equitativo a servicios y oportunidades constituyen ejes transversales (ONU, 2015).

En este trabajo, la contribución potencial se vincula a la accesibilidad comunicativa como condición habilitadora de participación social en condiciones de igualdad, en coherencia con un enfoque de derechos aplicado a la discapacidad y a la eliminación de barreras en entornos presenciales y digitales (ONU, 2006; Jefatura del Estado, 2013). Esta perspectiva se ha tratado de forma explícita en la introducción al justificar el problema, en el análisis externo al incorporar el contexto normativo y de accesibilidad digital, y en el estudio de viabilidad al considerar la accesibilidad verificable como una partida y condición necesaria para transformar el prototipo en un MVP validable.

La relación más directa se establece con el **ODS 10, Reducción de las desigualdades**, ya que la propuesta se orienta a disminuir barreras de comunicación en microinteracciones cotidianas donde, en ausencia de apoyos accesibles, aumenta la

dependencia de terceros y el riesgo de error o exclusión. La contribución es modesta y acotada, pero relevante en la medida en que busca mejorar la autonomía comunicativa en situaciones concretas de acceso a servicios.

De forma complementaria, el proyecto puede vincularse con el **ODS 9, Industria, innovación e infraestructura**, al plantear una innovación digital orientada a la inclusión y a la incorporación de accesibilidad verificable como criterio de calidad del producto. Asimismo, existe una relación indirecta con el **ODS 4, Educación de calidad**, y con el **ODS 3, Salud y bienestar**, dado que parte de los escenarios de uso más sensibles se sitúan en entornos educativos y sanitarios, donde la precisión y la inmediatez de la comunicación pueden influir en la igualdad de oportunidades y en la calidad de la atención.

En todo caso, la contribución efectiva a estos objetivos no debe darse por supuesta. Su alcance real dependerá de la adopción del producto, de la calidad de su implantación y de la capacidad de mantener un posicionamiento ético y verificable, sin atribuir al MVP capacidades que exceden su alcance funcional real.

6.3 Limitaciones y líneas futuras

Las principales limitaciones del trabajo derivan de su diseño metodológico y del estado temprano del proyecto. En primer lugar, la evaluación se basa en fuentes secundarias y en estimaciones razonadas, sin trabajo de campo ni datos primarios de usuarios, centros u organizaciones. Por ello, los resultados no deben interpretarse como una predicción cerrada de éxito comercial, sino como una aproximación presupuestaria y estratégica para valorar si el proyecto puede avanzar hacia una fase de validación.

En segundo lugar, el presupuesto presentado no sustituye ofertas reales de proveedores ni contratos cerrados. Las cifras propuestas permiten dimensionar la necesidad de financiación, pero deberían recalibrarse mediante presupuestos concretos de desarrollo, infraestructura, accesibilidad, soporte, privacidad y materiales comerciales. Esta limitación es especialmente relevante porque pequeñas variaciones en costes de personal, cloud o servicios externos podrían modificar la necesidad financiera final.

En tercer lugar, el MVP se limita a la mediación en microinteracciones alfabéticas mediante dactilología, excluyendo traducción completa a lengua de signos y otros componentes de mayor complejidad lingüística. Esta decisión reduce riesgo técnico y presupuestario, pero también limita el valor percibido si el mercado espera soluciones más completas. Por ello, la comunicación del producto debe mantenerse estrictamente alineada con su capacidad real.

Como líneas futuras, la prioridad debería ser validar el producto mediante pilotos B2B instrumentados, preferiblemente en uno o dos contextos concretos de atención al público. A partir de estos pilotos, sería posible ajustar el presupuesto, identificar costes reales de soporte, medir utilidad percibida y valorar si existe disposición a pago. Solo después de esta validación tendría sentido plantear una expansión a sectores similares, preparar una entrada posterior en B2G o estudiar funcionalidades más avanzadas, como voz, vídeo o integraciones API.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Española de Protección de Datos. (2019, octubre). *Guía de privacidad desde el diseño*. <https://www.aepd.es/guias/guia-privacidad-desde-diseno.pdf>
- Ava. (2026). *Pricing - Live captions for deaf & HoH*. Ava. <https://www.ava.me/pricing>
- Consorci per a la Formació Contínua de Catalunya. (2026). *Análisis DAFO y CAME*. Generalitat de Catalunya. <https://conforcat.gencat.cat/web/.content/documents/EMPRESA/HUB/EINES-Analisis-DAFO-CAME.pdf>
- ESIC University. (2023, agosto). *Análisis PESTEL: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*. Rethink (ESIC). <https://www.esic.edu/rethink/marketing-y-comunicacion/analisis-pestel-que-es-como-hacerlo-ejemplos-c>
- European Commission. (2024). *Commission Delegated Regulation (EU) 2024/1364 of 14 March 2024 on the first phase of the establishment of a common Union rating scheme for data centres*. *Official Journal of the European Union*, L, 2024/1364.
- European Commission, Directorate-General for Energy. (2024, 15 de marzo). *Commission adopts EU-wide scheme for rating sustainability of data centres*. European Commission.
- European Data Protection Board. (2020). *Guidelines 05/2020 on consent under Regulation 2016/679*. https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-052020-consent-under-regulation-2016679_es
- European Telecommunications Standards Institute. (2021). *EN 301 549 V3.2.1 (2021-03): Accessibility requirements for ICT products and services*.

https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf

Fundación CNSE. (2026). *SVisual: Servicio de videointerpretación en lengua de signos*.

CNSE. <https://www.svisual.org>

Gobierno de España. (2018). *Real Decreto 1112/2018, de 7 de septiembre, sobre accesibilidad de los sitios web y aplicaciones para dispositivos móviles del sector público*. Boletín Oficial del Estado, núm. 227, 95690-95721.

<https://www.boe.es/eli/es/rd/2018/09/07/1112>

Hand Talk. (2021). *Meet the Hand Talk Sign Language Translator App*. Hand Talk

Blog. <https://www.handtalk.me/br/>

Instituto Nacional de Estadística. (2022, 19 de abril). *Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y Situaciones de Dependencia (EDAD). Principales resultados. Año 2020* [Nota de prensa]. INE.

https://www.ine.es/prensa/edad_2020_p.pdf

Instituto Nacional de Estadística. (2026). *Utilización de la lengua de signos por sexo y edad. Población de 6 y más años con discapacidad de audición (EDAD 2020)* [Tabla]. INEbase. Recuperado el 26 de mayo de 2026, de

<https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?tpx=51816>

Jefatura del Estado. (2003). *Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones*. Boletín Oficial del Estado, núm. 276, 18 de noviembre de 2003.

<https://www.boe.es/eli/es/l/2003/11/17/38/con>

Jefatura del Estado. (2007). *Ley 27/2007, de 23 de octubre, por la que se reconocen las lenguas de signos españolas y se regulan los medios de apoyo a la comunicación oral de las personas sordas, con discapacidad auditiva y*

sordociegas. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 255, 43277-43285.

<https://www.boe.es/eli/es/l/2007/10/23/27>

Jefatura del Estado. (2013). *Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social*. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 289, 95635-95673. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2013/11/29/1>

Jefatura del Estado. (2018). *Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales*. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 294. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3>

Núñez-Marcos, A., Pérez-de-Viñaspre, O., & Labaka, G. (2023). A survey on sign language machine translation. *Expert Systems with Applications*, 213(Part B), 118993. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118993>

Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad* (Resolución A/RES/61/106, 13/12/2006). <https://www.un.org/esa/socdev/enable/documents/tccconvs.pdf>

Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución 70/1, 25/09/2015). <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons.

Papatsimouli, M., Sarigiannidis, P., & Fragulis, G. F. (2023). *A survey of advancements in real-time sign language translators: integration with IoT technology*. *Technologies*, 11(4), 83. <https://www.mdpi.com/2227-7080/11/4/83>

- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2016a). *Directiva (UE) 2016/2102, de 26 de octubre de 2016, sobre la accesibilidad de los sitios web y aplicaciones móviles del sector público. Diario Oficial de la Unión Europea, L 327, 1-15.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2102/oj>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2016b). *Reglamento (UE) 2016/679, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos). Diario Oficial de la Unión Europea, L 119, 1-88.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/spa>
- Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2019). *Directiva (UE) 2019/882, de 17 de abril de 2019, sobre los requisitos de accesibilidad de los productos y servicios (European Accessibility Act). Diario Oficial de la Unión Europea, L 151, 70-115.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/882/oj>
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 86(1), 78.
- Rodríguez Cots, M. (2026). *Design of a Computer Vision Application to Improve Communicative Accessibility for Sign Language Users.* <https://riunet.upv.es/handle/10251/233957>
- Rogervoice. (2025). *Our plans.* Rogervoice. <https://rogervoice.com/international>
- World Health Organization. (2025). *Deafness and hearing loss: Key facts.* WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- World Wide Web Consortium. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1* (W3C Recommendation, 5 June 2018). <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

LISTA DE ACRÓNIMOS

MVP	Producto mínimo viable
B2C	Venta al consumidor final
B2B	Venta a empresas/organizaciones (licencia por centro)
B2G	Venta a administraciones públicas
SaaS	Software como servicio
PESTEL	Análisis del macroentorno
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
CAME	Corregir, Afrontar, Mantener y Explorar
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEX	Costes operativos recurrentes
UE	Unión Europea
LSE	Lengua de Signos Española
CNSE	Confederación Estatal de Personas Sordas
SDK	Kit de desarrollo de software (Software Development Kit)
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones
ASL	Lengua de Signos Americana (American Sign Language)
ASR	Reconocimiento automático del habla
RGPD	Reglamento General de Protección de Datos
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
IAG	Inteligencia Artificial Generativa
MP4	Formato de archivo de vídeo MPEG-4 Part 14

LISTA DE ANEXOS

APPENDIX A - ANEXO A. PROTOTIPO TÉCNICO DE RODRÍGUEZ COTS (2026).	56
APPENDIX B - DECLARACIÓN SOBRE EL USO DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN EL TFG	61

Appendix A - Anexo A. Prototipo técnico de Rodríguez Cots (2026).

El presente anexo tiene un propósito estrictamente instrumental dentro del estudio de viabilidad empresarial: aportar una evidencia sintética de que existe una base técnica funcional (prototipo) sobre la que estimar requisitos, dependencias, riesgos y costes de desarrollo, productización y preparación de pilotos del MVP, sin desplazar el foco hacia un desarrollo de ingeniería. Esta fórmula de encaje se alinea con las anotaciones del índice maestro, que recomiendan referirse a un “trabajo técnico” y respaldarlo mediante un anexo breve con capturas, descripción funcional, arquitectura resumida y limitaciones (Rodríguez Cots, 2026).

A.1. Finalidad y relación con el estudio de viabilidad

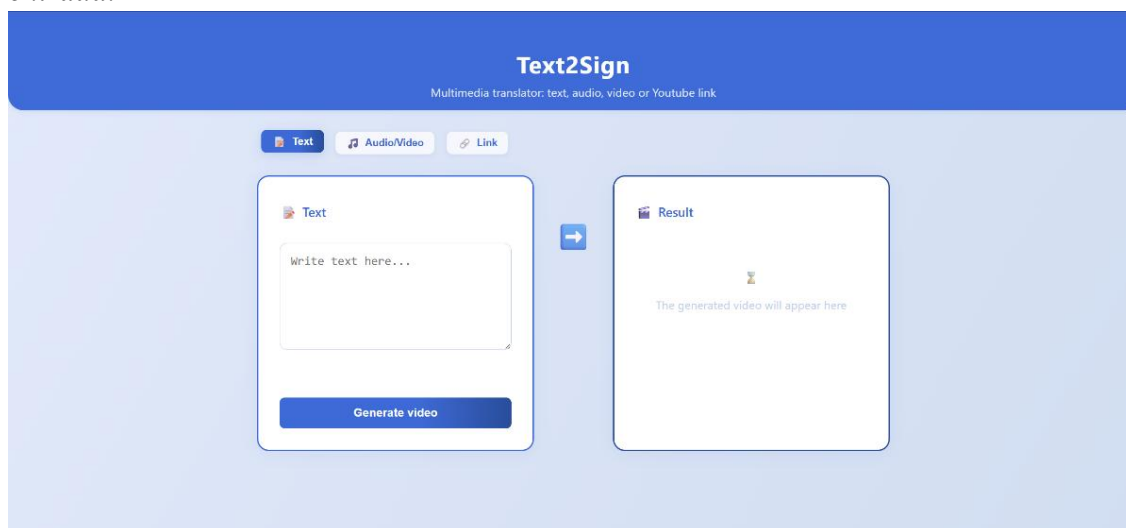
Se parte de un prototipo funcional desarrollado en un trabajo técnico, empleado como referencia para acotar incertidumbre tecnológica y fundamentar hipótesis del modelo de viabilidad en aspectos como infraestructura mínima, exposición a servicios externos (si se habilita entrada por voz), y restricciones de rendimiento que condicionan experiencia de uso y costes de operación.

Debe precisarse que el prototipo se implementó como caso de estudio con entrada en inglés y salida en dactilología de ASL, y que el trabajo técnico evaluó su factibilidad técnica, operativa y de usabilidad en ese marco. En consecuencia, la evidencia incorporada en este anexo debe interpretarse como prueba de concepto del pipeline y de su funcionamiento básico, no como validación lingüística directa del producto orientado al mercado español ni como evidencia suficiente de despliegue comercial sin adaptación adicional.

A.2. Alcance funcional del prototipo

El prototipo opera en entorno web y permite generar un vídeo (MP4) con una secuencia de dactilología a partir de tres modalidades de entrada: texto introducido manualmente, archivo local de audio o vídeo, o enlace a un vídeo alojado en YouTube. Tras el procesamiento, el resultado se visualiza desde la propia interfaz mediante un reproductor embebido, de manera que el usuario no necesita abandonar la página para acceder a la salida.

Fig. Anexo A.2. Captura de la interfaz web mostrando la selección de modalidad de entrada.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

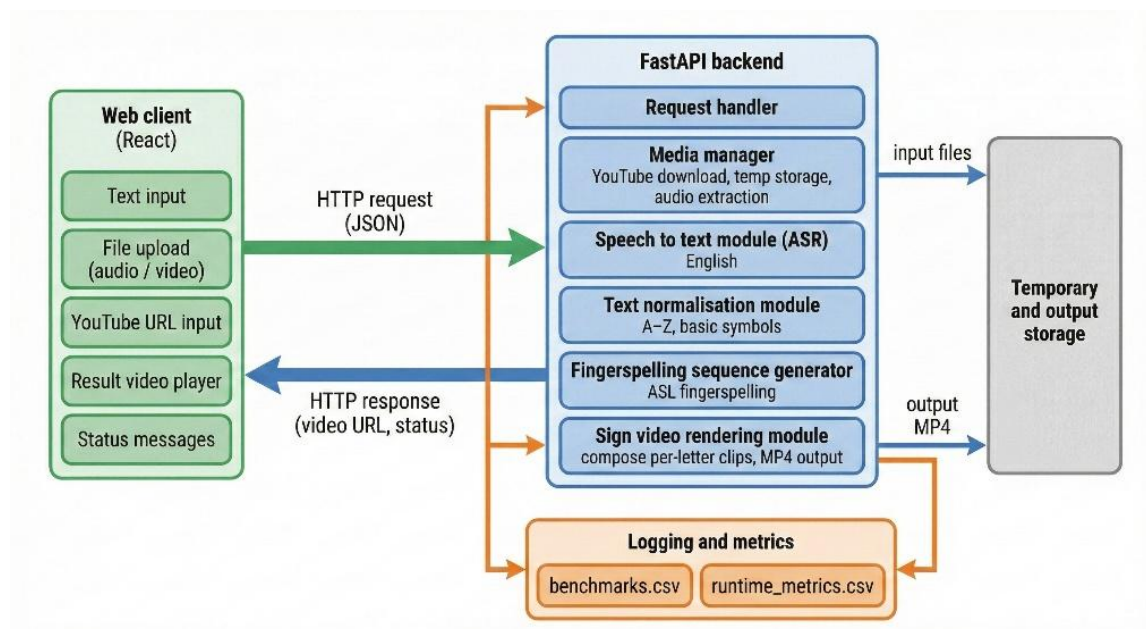
A.3. Arquitectura resumida y flujo de procesamiento

La solución responde a un modelo cliente – servidor. El frontend se implementa en React y actúa como punto de interacción, mientras que el backend, desarrollado en Python sobre FastAPI, concentra el procesamiento y expone endpoints específicos para cada modalidad de entrada.

Desde el punto de vista del flujo, las entradas convergen en una cadena lógica común: adquisición o recepción del contenido, extracción de audio cuando procede, reconocimiento automático del habla, normalización de texto, generación de una secuencia de poses asociadas a letras y renderizado final del vídeo. La entrega al cliente se realiza mediante la generación del fichero MP4 en servidor y su posterior reproducción o descarga a través de un endpoint de entrega de resultados.

La representación visual no se apoya en un avatar signado completo, sino en una visualización esquelética de la mano basada en landmarks precomputados de MediaPipe, almacenados en un recurso estructurado en formato JSON que codifica la configuración de cada letra y se reutiliza entre ejecuciones. Esta decisión reduce complejidad y coste computacional frente a alternativas de animación más avanzadas o de estimación en tiempo real para cada solicitud, aunque mantiene el renderizado final como principal consumidor de tiempo dentro del pipeline.

Fig. Anexo A.3. Arquitectura de alto nivel del prototipo basado en web para convertir el habla en secuencias de deletreo manual en ASL.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

A.4. Evidencia de factibilidad operativa: instrumentación y resultados de rendimiento

Con el objetivo de evaluar factibilidad técnica y operativa, el backend registra por ejecución métricas estructuradas, incluyendo éxito o fallo del pipeline, tiempos por fase (descarga, extracción de audio, reconocimiento, normalización, generación de secuencia de poses y renderizado), y magnitudes básicas como longitud de texto normalizado, número de letras renderizadas y duración del vídeo generado. Esta información se almacena en ficheros CSV (por ejemplo, `runtime_metrics.csv` y `benchmarks.csv`) y se analiza mediante campañas de benchmarking automatizadas por modalidad de entrada.

En términos de estabilidad, los registros inspeccionados muestran ejecuciones exitosas en los endpoints asociados a texto, vídeo local y URL de YouTube, sin fallos críticos recurrentes atribuidos a fases internas del backend para los casos de prueba utilizados. Esta evidencia resulta suficiente para sostener, dentro del alcance acotado del prototipo, una factibilidad técnica mínima del pipeline extremo a extremo.

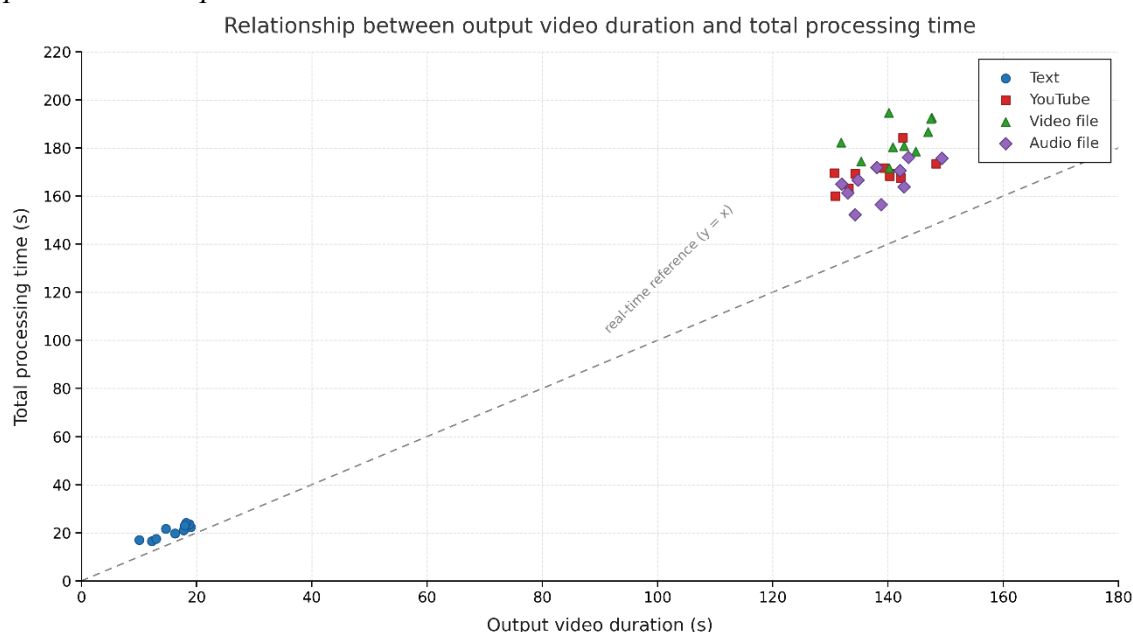
En términos de rendimiento, el comportamiento observado confirma que el cuello de botella principal se sitúa en el renderizado del vídeo, con un coste que crece aproximadamente de forma lineal con el número de letras y, por extensión, con la duración del vídeo de salida.

Para textos directos de 50 a 100 caracteres, el tiempo medio total se sitúa en el entorno de 67 a 70 segundos en las campañas de referencia. Para entradas audiovisuales breves (clip aproximado de 19 segundos), los tiempos medios

se sitúan en torno a 146 a 163 segundos según modalidad y campaña, con variabilidad atribuida principalmente a la fase de reconocimiento automático del habla y a la variabilidad del entorno de ejecución.

De manera ilustrativa, una ejecución representativa basada en URL remota genera un vídeo de salida de aproximadamente 139 segundos a partir de un clip de unos 19 segundos, con un tiempo total del orden de 172 segundos y un reparto típico en el que el renderizado absorbe la mayor parte del coste frente a la descarga, extracción de audio y reconocimiento.

Fig. Anexo A.4. Relación entre la duración del vídeo de salida y el tiempo total de procesamiento para los cuatro modos de entrada.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

A.5. Limitaciones relevantes para desarrollo y comercialización y su implicación en viabilidad

En primer lugar, el prototipo no está orientado a uso en tiempo real. Incluso para clips relativamente cortos, el tiempo de procesamiento supera la duración de la entrada y se aproxima a la duración del vídeo generado, lo que sitúa su uso más cerca de un proceso por lotes que de una interacción inmediata. Para un servicio con concurrencia, esta característica implica la necesidad de rediseño hacia colas de trabajo, tareas en segundo plano y escalado de workers, con impacto directo en arquitectura y OPEX.

En segundo lugar, cuando se habilita entrada por voz, se introduce dependencia de servicios de reconocimiento del habla, con riesgos asociados de coste variable por uso, disponibilidad y variabilidad de rendimiento. Desde una óptica empresarial, esta funcionalidad debe tratarse como opción controlada y monitorizada, coherente con la lógica de modelización del coste variable de voz incorporada en el estudio de viabilidad.

En tercer lugar, el alcance lingüístico se limita deliberadamente a dactilología y no

incluye traducción completa a lengua de signos, ni vocabulario signado general ni componentes no manuales. Esta acotación es consistente con la literatura que señala limitaciones actuales de datos, variación lingüística y evaluación en traducción signada generalista, y con la estrategia de validación incremental del producto.

Por último, la usabilidad solo puede considerarse acreditada de forma preliminar. El trabajo técnico recoge observación directa y comentarios informales de personas familiarizadas con el alfabeto manual de ASL, suficientes para sostener que la interfaz mantiene un flujo simple y que las letras resultan identificables en la salida generada, pero insuficientes para extrapolar utilidad real a contextos de uso cotidianos. En consecuencia, antes de cualquier productización del servicio sería necesario incorporar evaluación sistemática con comunidad usuaria, con el fin de contrastar claridad visual, carga cognitiva, ritmo de lectura y valor efectivo del sistema en situaciones de uso no controladas.

Fig. Anexo A.5. Ejemplo de fotograma de salida que muestra la forma de la mano para la letra "A" en ASL, generada a partir de puntos de referencia de MediaPipe.



Fuente: Elaboración propia del autor a partir del trabajo realizado (Rodríguez Cots, 2026).

A.6. Síntesis para el estudio de viabilidad empresarial

En conjunto, la evidencia resumida permite sostener, a efectos del presente TFG, que existe una base técnica funcional capaz de completar el pipeline de procesamiento y de ofrecer una prueba de concepto útil para estimar requisitos, dependencias y restricciones de comercialización. Los principales condicionantes que se trasladan al estudio de viabilidad son tres: el peso del renderizado sobre la latencia total, la posible exposición a costes variables y dependencia de terceros cuando se habilita reconocimiento del habla, y la necesidad de rediseñar la operación si se aspira a escenarios con concurrencia o menor tiempo de respuesta. Por ello, la utilidad de este anexo no reside en demostrar madurez comercial del sistema, sino en reducir incertidumbre técnica mínima y aportar una base razonable para la estimación de riesgos, costes y límites de escalabilidad del MVP.

Appendix B - Declaración sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en el TFG

La declaración se presenta en las siguientes páginas.

DECLARACIÓN DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA (IAG) EN EL TFG-FADE / UPV

1. Indica el uso realizado de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG):

NO he utilizado herramientas de IAG en el desarrollo del TFG

SÍ he utilizado herramientas de IAG en el desarrollo del TFG.

2. Si has utilizado herramientas de IAG, indica cuáles

3. **Declaración ética y legal.** Confirmando que al utilizar la IAG:

No he facilitado datos confidenciales sin autorización.

No he utilizado materiales protegidos por derechos de autor sin permiso o sin acogerse a una excepción legal (dominio público, licencias CC o derecho de cita).

No he introducido datos personales sin autorización.

He respetado los términos de uso de las herramientas y no las he empleado de forma engañosa, fraudulenta o maliciosa.

4. **Descripción del uso técnico.** Declaro haber hecho uso de herramientas de IAG (ChatGPT, Gemini, Copilot u otras) en los siguientes apartados del TFG y para las tareas que se detallan a continuación:

	Documentación / búsqueda de información	Revisión o reescritura de texto propio	Apoyo en análisis o tratamiento de datos	Generación esquemas o gráficos	Traducción o resumen bibliografía	Presentación
Introducción						
Marco Teórico						
Metodología						
Resultados / análisis de datos						
Discusión / propuestas mejora						
Conclusiones						
Referencias bibliográficas						
Presentación o materiales complementarios						

5. Indica qué **tipo de IAG** has utilizado en los distintos apartados del TFG (si aplica):

	IAG Texto	IAG búsqueda y gestión bibliográfica	IAG código	IAG imágenes o multimedia	IAG análisis de datos o modelado
Introducción					
Marco Teórico					
Metodología					
Resultados / análisis de datos					
Discusión / propuestas mejora					
Conclusiones					
Referencias bibliográficas					
Presentación o materiales complementarios					

6. **Ejemplos.** Indica, al menos, tres ejemplos de instrucciones o prompts que has utilizado al interactuar con herramientas de IAG (si procede).

7. **Reflexión personal.** En una o dos frases, valora brevemente las fortalezas y limitaciones del uso de la IAG en tu trabajo y si te ha ayudado en tu proceso de aprendizaje.

Firma del estudiante _____

Fecha: _____