



Universidad de la República  
Facultad de Ingeniería

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD E INTEGRACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EMPRESA PRODUCTORA DE CELULOSA

## Resumen Pasantía IP

*Florencia Pereyra*

*C.I.: 4.807.437-0*

Marzo, 2023

*Tutor:* Juan Garicoits

*Contraparte:* Ing. Carlos Huerta

# ÍNDICE

---

<u>1.</u>	<u>Resumen ejecutivo.....</u>	<u>3</u>
<u>2.</u>	<u>Introducción.....</u>	<u>4</u>
2.1	Acerca de Maderas Uruguay .....	4
2.2	Descripción .....	4
2.3	Objetivo .....	5
2.4	Alcance .....	5
<u>3.</u>	<u>Prueba de Concepto (PoC) – Intelweigh.....</u>	<u>6</u>
5.1	Descripción .....	6
5.2	Resultados .....	7
5.3	Análisis funcionalidad Wifi .....	10
<u>4.</u>	<u>Conclusión.....</u>	<u>11</u>
<u>5.</u>	<u>Lecciones aprendidas.....</u>	<u>12</u>

# 1. Resumen ejecutivo

El presente documento expone el trabajo realizado durante un proyecto en conjunto entre Inzol y Maderas Uruguay (MU, en adelante), en donde la estudiante participó como Project Manager del mismo. El proyecto tuvo como objetivos el estudio de factibilidad para incorporar una nueva versión de una aplicación utilizada en las operaciones de monte de MU, así como la incorporación de nuevas tecnologías en el proceso de impresión de remitos (también proceso que se lleva a cabo en los montes de carga).

Todo esto requirió un estudio detallado de los procesos, que permitió comprender la realidad de las actividades y procesos actuales que utilizan las aplicaciones y tecnologías a estudiar. Además, a lo largo de todo el proyecto se estuvo en contacto continuo con la contraparte de la empresa lo que permitió un mejor y más rápido entendimiento de los procesos involucrados.

En este documento se podrá encontrar la descripción de estos, seguidos de hallazgos y oportunidades de mejora detectadas a raíz del estudio y relevamientos realizados.

Finalmente, se presentan los resultados obtenidos en el estudio de factibilidad. Esto es, si es factible o no la implementación de la nueva aplicación en el proceso de carga de camiones, y de ser factible, qué cambios se deben llevar a cabo para adaptar el flujo a esta nueva tecnología.

En todo momento se esperó que los resultados del estudio faciliten el proceso de actualización de la aplicación Intelweigh para la empresa MU y puedan brindar soporte para definir una estrategia de gestión de excelencia.

A modo de resumen, el siguiente informe contempla:

- Descripción de los procesos actuales.
- Análisis técnico de las tecnologías utilizadas.
- El impacto que tendrá realizar la actualización de la aplicación "Intelweigh".
- Presentación de los hallazgos.

## 2. Introducción

### 2.1 Acerca de Maderas Uruguay

---

Maderas Uruguay (MU, en adelante) es una empresa dedicada a la producción de pulpa de celulosa, papel y madera. La fábrica de MU inició sus operaciones en Fray Bentos, Uruguay, en noviembre de 2007 y se encuentra en la ribera del Río Uruguay, a 4 kilómetros al este de la ciudad de Fray Bentos.

La celulosa se elabora a partir de distintos tipos de madera, dependiendo de las características del producto final que se busque producir. MU Fray Bentos está especializada en el desarrollo y la producción de celulosa de fibra corta, elaborada a partir de distintas especies de Eucaliptus que son provistas por MU Forestal.

La compañía MU Forestal es la encargada de las operaciones forestales en Uruguay mediante la producción de madera para la fabricación de pulpa de celulosa, atendiendo la demanda de la planta de Fray Bentos y la nueva planta en Paso de los Toros, desde aproximadamente 25 frentes de carga en todo el país.

Dentro del proceso de mantenimiento evolutivo de IT y en el marco *mobile*, posee la necesidad de iniciar con la actualización del ciclo de vida de componentes. IT MU cuenta con varias aplicaciones móviles para la trazabilidad de todas sus actividades y procesos al servicio de las Operaciones del negocio. Dentro de este stack se encuentran aplicaciones de gran relevancia para el negocio como lo es SmartLoad. En concordancia con lo antedicho, MU solicita la realización de un estudio de factibilidad respecto a la actualización de la aplicación Intelweigh, así como la adaptación de la aplicación SmartLoad para que soporte nuevas impresoras.

### 2.2 Descripción

---

SmartLoad es un sistema móvil desarrollado en Xamarin que utiliza MU para la generación e impresión de remitos electrónicos en los distintos frentes de cosecha durante la carga de madera en camiones. El mismo interopera con dos aplicaciones móviles satélites, *SmartLoad Print* e *Intelweigh*. En ese sentido, SmartLoad cumple el rol de controlador frente a estas aplicaciones para lograr cumplir sus requisitos funcionales.

SmartLoad Print, implementada en Android, es la aplicación responsable de realizar las impresiones de los remitos y actualmente soporta únicamente un tipo de impresora (Intermec). MU tenía la necesidad de incorporar el uso de impresoras Zebra Z320 conforme a lograr mayor escalabilidad. Asimismo, se extiende dicho alcance al funcionamiento con una tercera impresora, Toshiba. Algunas de las actividades ejecutadas fueron:

1. Instancias con proveedor de impresoras de MU para la generación de estructura de remito en lenguaje ZPL (Zebra).
2. Despliegue de impresoras en app SmartLoad Print (Intermec + Zebra).
3. Selección de impresora a utilizar (Intermec + Zebra).
4. Envío de solicitud de impresión (Intermec + Zebra).
5. Refactor de app SmartLoad Print para soportar integración de múltiples impresoras.

Finalizada la etapa de implementación, se elaboró el estudio de factibilidad con el fin de satisfacer la necesidad respecto a incorporar la nueva versión de la aplicación *Intelweigh*.

*SmartLoad* se comunica con la aplicación *Intelweigh* con el fin de medir la pesada de madera que se está cargando en los frentes de cosecha. En ese sentido, las distintas maquinas en monte cuentan con una balanza integrada al grapo con soporte a la aplicación *Intelweigh*, disponibilizada por el proveedor de balanzas, con el objetivo de realizar el pesaje por grapada e ir realizando la suma de estas para tener un pesaje total. SmartLoad interopera con dicha aplicación, con el fin de iniciar el flujo de balanza y recuperar la pesada total de madera. La versión que utiliza MU actualmente de la herramienta Intelweigh es del 2017, pero existen actualizaciones disponibles de esta aplicación.

MU consideró necesario aplicar una actualización a la aplicación *Intelweigh*, asegurar el adecuado funcionamiento del sistema *SmartLoad* con la misma y que soporte las operaciones actuales, previendo una expansión operativa.

## 2.3 Objetivo

---

El objetivo del proyecto fue realizar un estudio de factibilidad para evaluar la correcta viabilidad de implantación de la nueva versión de *Intelweigh*. Bajo este documento y aprovechando el desarrollo realizado para la adaptación del sistema SmartLoad a nuevas impresoras, la estudiante sugiere hallazgos y oportunidades de mejora para definir las especificaciones funcionales que el sistema requiere.

## 2.4 Alcance

---

A lo largo del proyecto, la estudiante se encargó de gestionar los recursos humanos, presupuesto y tiempo necesarios para satisfacer la demanda de la empresa MU. Asimismo, se encargó de relevar los procesos clave involucrados con la generación de remitos en los montes de carga de MU, así como análisis técnicos, problemas y oportunidades de mejora detectadas.

Una vez obtenidos los resultados, se presentan propuestas en base a estas oportunidades de mejora detectadas, que se busca sean acordes a la realidad de MU y que se adapten a los demás procesos del negocio.

### 3. Prueba de Concepto (PoC) – Intelweigh

Con el fin de evaluar una correcta implantación de la nueva versión de la aplicación de balanza Intelweigh y asegurar un correcto funcionamiento en productivo, se propone realizar una prueba de concepto. Asimismo, previo a la ejecución de la PoC se llevaron a cabo algunas investigaciones que derivan en ciertos hallazgos y son presentadas en la presente sección.

#### 5.1 Descripción

---

El objetivo de esta prueba de concepto fue, utilizando la versión de Intelweigh recibida por el negocio de MU, validar que el flujo operativo con las tres aplicaciones (SmartLoad Print, SmartLoad e Intelweigh) sea el correcto y que la aplicación SmartLoad reciba correctamente las pesadas generadas con el simulador de la balanza provisto.

En primer lugar, se requirió hacer un análisis en la comunicación entre SmartLoad e Intelweigh. Actualmente, en producción se tiene una aplicación de Intelweigh con la versión 1.1, mientras que la nueva aplicación actualizada corresponde a la 1.07. Quiere decir que esta versión no corresponde a un "upgrade" de la versión productiva, sino a una aplicación distinta como tal. Efectivamente, se valida la premisa, ya que los nombres de paquetes diferían entre aplicaciones. Además, despierta la posibilidad de que las funcionalidades, así como la interoperabilidad con SmartLoad sea modificada.

Adicionalmente, fue expresado por parte de MU que la PoC debe funcionar para los dispositivos con versión Android 10 o mayores, siendo estos los dispositivos que utilizan en monte.

Por lo tanto, empleando SmartLoad (con la adaptación a nuevas impresoras), nueva Intelweigh (versión 1.07) y hardware simulador de balanza correspondiente, se buscó validar el flujo de proceso completo para la generación de remitos en monte:

1. SmartLoad Print: Conectar y emparejar impresora.
2. SmartLoad: Iniciar la generación de remitos.
3. SmartLoad: Disparar el proceso de pesaje, es decir levantar la app Intelweigh.
4. Intelweigh: Simular las pesadas (previa configuración del HW de balanza).
5. Intelweigh: Enviar los datos de pesadas a SmartLoad (se abre nuevamente SmartLoad).
6. SmartLoad: Finalizar carga.
7. SmartLoad: Imprimir el remito electrónico.

A raíz de esta prueba se identificaron inconvenientes, ciertas ineficiencias y oportunidades de mejora que serán presentadas a continuación.

## 5.2 Resultados

---

Para estas pruebas el dispositivo disponible y empleado presentaba Android 9. Si bien se quería que opere en dispositivos Android +10, esto no genera problemas ya que todo lo soportado por la versión 9 también lo es para las versiones posteriores.

### Intelweigh y el HW Simulador

En primer lugar, se realizaron pruebas con la nueva versión de Intelweigh y el HW Simulador de la balanza. Se logró instalar la nueva versión de Intelweigh sin inconvenientes y, luego de configurar el simulador de la balanza, se logró exitosamente la conexión con esta vía Wifi. Esto replica el escenario de conexión entre el dispositivo y la balanza con la que se trabaja en monte hoy en día. Además, se pudieron obtener en la aplicación los valores del peso medidos por el simulador sin ningún inconveniente. Asimismo, fueron probadas las distintas funcionalidades para interactuar con el simulador, tales como realizar la tara o la carga de la balanza y todas ellas fueron exitosas.

### SmartLoad e Intelweigh

Al analizar la comunicación entre SmartLoad y la versión 1.07 de Intelweigh surge el primer inconveniente. Si bien se logró validar que con la aplicación productiva el flujo completo ocurre correctamente (versión 1.1), el ida y vuelta con SmartLoad e Intelweigh v1.07 no funcionó como era de esperarse. Al tratarse de una aplicación nueva, las formas de comunicación también cambiaron. Todas las aplicaciones poseen un “nombre de paquete” que es distinto entre aplicaciones ya que actúan como identificador en el registro de aplicaciones. Sin embargo, el mismo nombre es común a todas las versiones de una misma aplicación. Este nombre de paquete es el que permite a las aplicaciones comunicarse entre sí, por lo que un cambio de aplicación implica también volver a configurar el flujo de comunicación entre SmartLoad e Intelweigh. En principio esto último no estaba contemplado ya que la PoC apuntaba a una actualización de versión y por ende el mismo nombre de paquete.

Otro de los principales hallazgos y que implicó la mayor dificultad en el proyecto es la falta de documentación de las aplicaciones. La nueva aplicación de Intelweigh, así como la actual productiva, no cuentan con documentación técnica, aunque sí fue brindado un manual de usuario de la aplicación que tienen hoy en el ambiente productivo. Sin embargo, las aplicaciones son completamente diferentes, si bien las funcionalidades son parecidas, lo que hizo que el manual no fuera de utilidad.

A raíz de esto, se invirtieron varias horas en la búsqueda de documentación, aunque sin éxito. Es entonces que, para poder avanzar, se resuelve hacer el proceso de **ingeniería inversa con la APK de Intelweigh** (instalador de la aplicación) mediante el descompilado de la misma, aunque esto no estaba

contemplado y requirió de mucho esfuerzo. Al descompilar la APK y analizando el código fuente y los *logs* emitidos por la nueva aplicación de Intelweigh, se logra entonces identificar el flujo de mensajes de la nueva aplicación.

Por simplicidad y con el fin de probar únicamente la comunicación con Intelweigh mediante código, **se desarrolló en Android una aplicación** específica para la PoC que reciba el resultado de la pesada. Por consiguiente, se replica en SmartLoad la misma configuración para completar el funcionamiento.

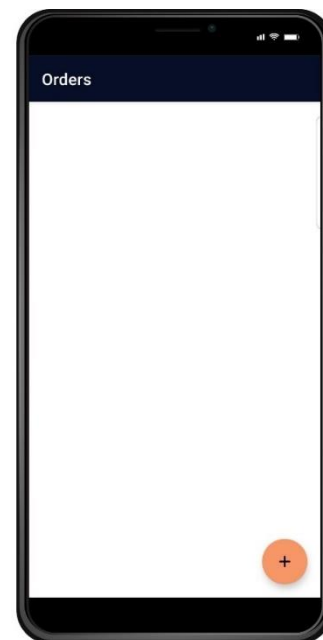
Cabe destacar que, a pesar de haber logrado el flujo completo se detectaron algunas diferencias entre la aplicación productiva (versión 1.1) y la aplicación estudiada (versión 1.07) que podrían afectar el flujo con un aumento en la cantidad de pasos a seguir por parte de los operarios que la utilizan.

### Aplicación Intelweigh

Al abrir Intelweigh desde SmartLoad, se abre la pantalla principal de la aplicación. La pantalla principal de la versión 1.1 es la que se muestra a la izquierda (Ver Ilustración 1) mientras que la de la versión 1.07 es la presentada a la derecha (Ver Ilustración 2).



*Ilustración 1 – Pantalla principal v1.1*



*Ilustración 2 – Pantalla principal v1.07*

A simple vista puede verse que las pantallas son diferentes. Esto hace que para la v1.1 ya inicie en el visual de pesaje, y seleccionando el botón de encender que aparece en la pantalla inicia la carga, mientras que para la v1.07 esto se ve modificado.

A su vez, la nueva aplicación funciona mediante el concepto de órdenes (inexistente en la versión productiva), y cada carga se guarda en una orden diferente. Al tocar el botón "+" quiere decir que se va a crear una nueva orden y se abre la pantalla de la Ilustración 3.



En esta pantalla se piden varios datos a completar (es posible dejarlos en blanco ya que no se utilizan), luego de lo cual se pasa a la pantalla de la Ilustración 4, donde ahora sí es posible tocar el botón de encender y comenzar las pesadas.



Ilustración 3 – Pantalla al crear nueva orden



Ilustración 4 – Pantalla de carga

En resumen, se agrega el concepto de Orden y un paso adicional a la operativa actual como desventaja, sin embargo, la misma puede saltarse sin llenar campos.

### Broadcast (Envío) de Pesada a SmartLoad

Por último, otro de los cambios detectados se da al momento de enviar el pasaje desde Intelweigh a SmartLoad. Para la versión 1.1 basta con tocar el botón finalizar situado en la esquina inferior derecha (ver Ilustración 1), además de finalizar hace que se envíen implícitamente los datos de la pesada y luego se cierre la aplicación para abrir nuevamente SmartLoad.

En cambio, la nueva aplicación tiene una funcionalidad específica para el envío (explicito), significa que para pasar los datos a SmartLoad se debe tocar el botón de Broadcast (ubicado a la izquierda del de encendido, ver Ilustración 4) y luego cerrar manualmente Intelweigh para continuar con el flujo.

Es importante destacar que la aplicación de Intelweigh no es una SDK, por lo tanto, no existe oportunidad de realizar modificaciones a las funcionalidades de la misma. La comunicación entre SmartLoad e Intelweigh se realiza mediante el envío y recepción de mensajes (broadcast). En consecuencia, se visualizan 3 alternativas siguiendo este escenario:

1. Lograr modificaciones del lado del proveedor de balanzas Intermercato, aunque esto puede demorar bastante.
2. Validado el flujo completo con la nueva aplicación, adaptarse a su uso sin tener en cuenta la información asociada a las Ordenes, ya que no es de interés.
3. Estudiar el protocolo de comunicación Intelweigh vs HW de balanza, para replicarlo en SmartLoad conforme independizarse y a no utilizar más la aplicación Intelweigh.

A su vez, se recomienda realizar el mantenimiento evolutivo de aplicaciones hacia nuevas versiones, ya que incluyen correcciones, mejoras y el soporte se mantiene vigente.

### 5.3 Análisis funcionalidad Wifi

---

Una de las funcionalidades que incluye SmartLoad es la desactivación del wifi del dispositivo al cambiar de pantallas con Intelweigh. Como la conexión con la balanza es vía Wifi, al recuperar en SmartLoad los resultados de la pesada realizada a través de la aplicación Intelweigh, este se desactiva. Este funcionamiento asegura que no se perjudique la comunicación entre SmartLoad y SmarTrip API (que se realiza en campo a través de los datos del celular).

En el correr del desarrollo del proyecto, fue planteado por parte de MU que actualmente la funcionalidad presenta una falla al momento de desactivar el Wifi (no se apaga) y perjudica entonces el envío del remito generado a SmarTrip. En base a esto, fue solicitado realizar un análisis adicional para identificar la causa de dicho problema y si existe la posibilidad de solucionarlo.

Tras realizar pruebas con la aplicación, se logró replicar el problema mencionado y se llevó a cabo un análisis a nivel de código para entender el funcionamiento. Se encontró entonces que la aplicación sigue una lógica para apagar el Wifi, aunque esta solo se ejecuta cuando el celular no tiene conectividad con internet. Al estar conectado a la wifi (para recibir datos de la balanza), lo esperable es que el teléfono "anule" el uso de datos, y que al no tener conexión a internet el Wifi se apague correctamente. En las últimas versiones de Android esto cambia ya que cuando el celular detecta que la red Wifi es inestable cambia a la red móvil ya activada, lo que provoca que al seguir la lógica de SmartLoad el Wifi nunca se apague y la funcionalidad falle.

Teniendo esto en cuenta y luego de algunas pruebas con la aplicación, se identifica que es posible implementar una solución para este inconveniente y lograr que el Wifi se apague al volver desde Intelweigh a SmartLoad, asegurando siempre que la posterior comunicación con SmarTrip API se dé correctamente.

## 4. Conclusión

Se puede afirmar con la prueba de concepto que es posible la implantación de la nueva aplicación, ya que se constató un correcto funcionamiento de la aplicación mediante el simulador de balanza y SmartLoad. Sin embargo, para realizar la implementación es necesario que se ajuste, en SmartLoad, el nombre de la llamada/envío de datos para que el flujo funcione correctamente. Esto último implica que dejaría de funcionar la versión productiva actual (v1.1) en lugares donde se opere con la nueva aplicación de balanza (entraría en funcionamiento la nueva versión 1.07).

De todas formas, se detecta una desventaja en cuanto a la nueva aplicación. La nueva versión de Intelweigh (v1.07) carece de documentación (tanto manual de usuario como manual técnico o de desarrollador). Esto implica que los problemas que puedan surgir con la aplicación sean mucho más difíciles de resolver y requieran un mayor tiempo de investigación y mayores esfuerzos. Sin embargo, siempre es recomendable que todo sistema de software sea actualizado a sus últimas versiones con el fin de mantenerse dentro del mantenimiento y soporte.

Por otra parte, la nueva aplicación requiere ciertos pasos adicionales que la que utilizan actualmente para lograr las pesadas y poder continuar con el flujo para la creación de un remito. De todas formas, en caso de realizar el cambio de aplicación, bastaría con instancias de capacitación para los operarios que la utilizan, así como manuales de usuario que expliquen detalladamente el procedimiento a seguir.

Por último, atendiendo a la necesidad de analizar el inconveniente con el wifi, se identificó exitosamente el problema y se encontró una posible solución mediante modificaciones a nivel de código que aseguran una correcta comunicación entre SmartLoad y SmartTrip API.

## 5. Lecciones aprendidas

Gracias a este proyecto fue posible aplicar un montón de conocimientos aprendidos en los diferentes cursos de la carrera en un caso real de una gran industria uruguaya.

A su vez, durante todo el proyecto fue necesaria la comunicación e intercambio con muchos roles diferentes, desde la dirección de Inzol hasta los encargados de negocio de Maderas Uruguay, lo que permitió conocer los distintos puntos de vista de cada uno, logrando siempre llegar a acuerdos que beneficiaran a ambas partes y aprender de cada uno de ellos.

Otra lección muy importante, además del conocimiento de los procesos, se encuentra en el aprendizaje sobre tecnologías. En un mundo donde cada vez se avanza más tecnológicamente, se hace complemente necesario el conocimiento y la aplicación de estas a nivel de las industrias y los procesos.

Fuera de lo que es la optimización de procesos y aplicación de tecnologías, se encuentran las habilidades de gestión de proyectos y gestión de equipos. Haber participado de la gestión de este proyecto da la posibilidad de desarrollar habilidades de gestión y liderazgo, habilidades blandas que permiten tener llegada a los demás y una buena comunicación tanto con el equipo como con el cliente. De la mano con esto, también se destaca la importancia de tener instancias para relevar los requerimientos que el cliente tiene con respecto al desarrollo a implementar o distintos análisis a realizar.

Todo lo visto y aplicado en el proyecto se asocia directamente con diferentes asignaturas de la carrera como pueden ser Administración de Operaciones, Fundamentos de Ingeniería de Software, Gestión de Recursos Humanos, entre otros.

Más allá de todos los aprendizajes que permite aplicar en un caso real la pasantía de Ingeniería de Producción, hay un aspecto a mejorar en el desarrollo de este proyecto. Las comunicaciones fueron todas mediante llamadas telefónicas. Cabe destacar que para las comunicaciones más importantes (con la dirección de Inzol o con la contraparte) se deberían haber realizado minutas o actas de reunión y enviarlas vía mail de manera de llevar un registro de los avances, decisiones tomadas y posibles adelantos o retrasos que puedan haber surgido.