



ALGORITMO PREDICTIVO EN SSL FORESTAL

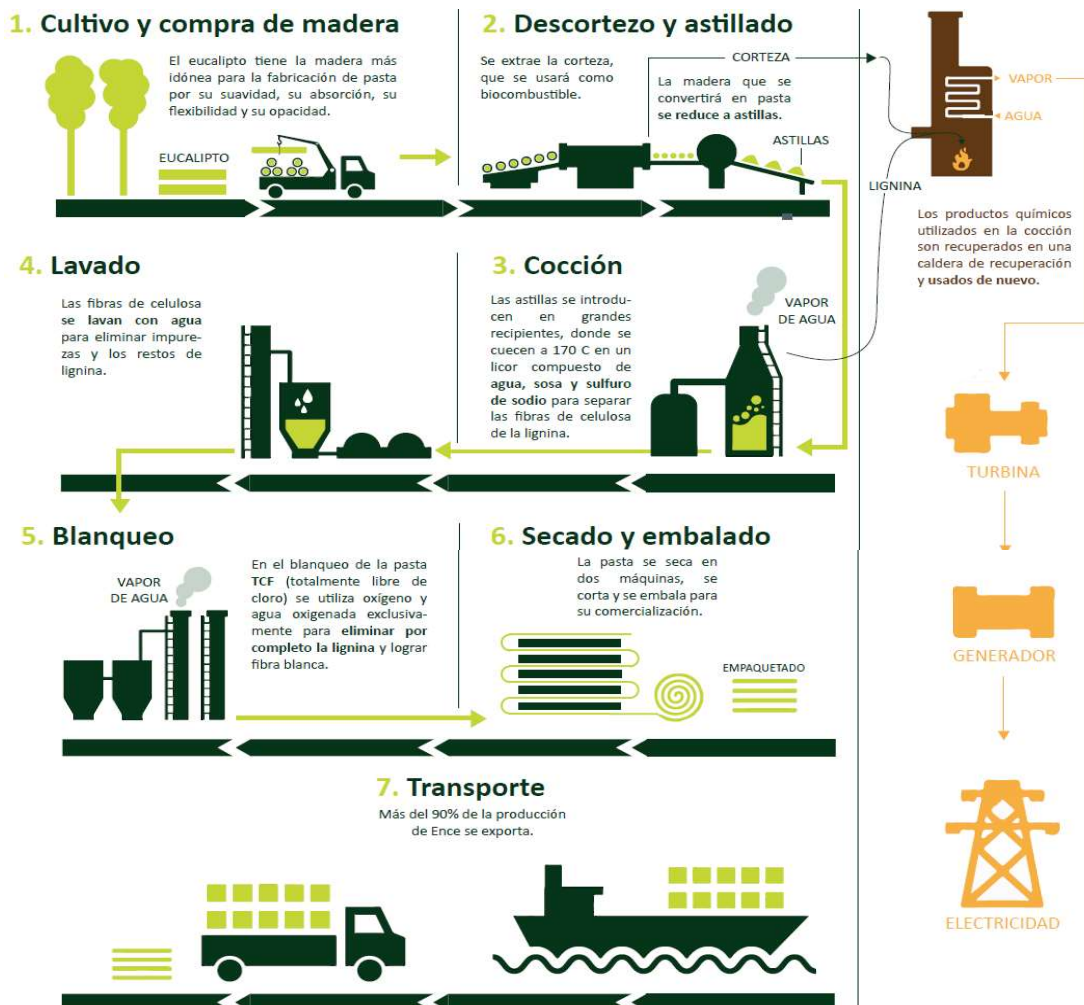
1. Introducción

El presente documento tiene por objetivo realizar una memoria descriptiva del proyecto de I+D+I en materia de seguridad y salud realizado por el Área Forestal Norte de Ence Energía y Celulosa s.a. en el año 2019 para ser presentado como candidatura a los premios **Escolástico Zaldivar 2019**.

2. Presentación Ence

Ence es el líder europeo en producción de celulosa de eucalipto, primera empresa española en producción de energía renovable con biomasa forestal y líder en España en la gestión integral y responsable de superficies y cultivos forestales.

Ence es líder Europeo en producción de celulosa de eucalipto, primera empresa española en la producción de **energía renovable** con biomasa agrícola y forestal y líder en España en la **gestión integral y responsable de superficies y cultivos forestales**.



Ence está comprometida con el desarrollo de un sector forestal fuerte y sostenible, para lo que impulsamos la certificación forestal y las mejores prácticas de gestión como vía de creación de desarrollo económico, especialmente en el ámbito rural.

Además, nuestro modelo de aprovechamiento integral del árbol y el liderazgo en el desarrollo de cultivos forestales nos permite crecer en energía renovable con biomasa forestal, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y a la mejora y sostenibilidad del medio ambiente.

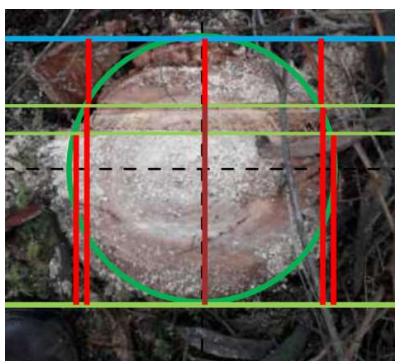
Ence genera en España cerca de 10.000 empleos, de los cuales cerca del 60% están relacionados con la gestión forestal y residen en el ámbito rural. De esta forma, Ence aporta un importante efecto vertebrador del territorio que contribuye a la creación de rentas y a la fijación de la población, evitando el abandono de las zonas rurales.

La compañía gestiona superficies forestales siguiendo los criterios de seguridad, sostenibilidad y responsabilidad empresarial más exigentes y reconocidos a nivel internacional.



Ence es motor de la seguridad y salud en el sector forestal nacional, creando y potenciando una cultura preventiva y desarrollando acciones innovadoras y de I+D+I focalizadas en las personas, sus comportamientos y sus operaciones forestales para día a día crear entornos de trabajos forestales más saludables y seguros.

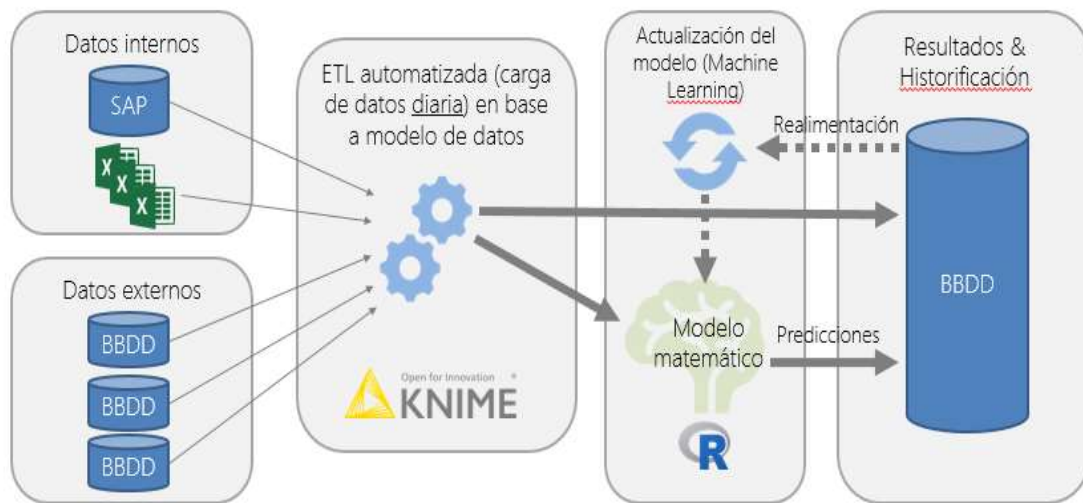
Desarrollo de APP en SSL para capacitación de operarios forestales en el corte estándar de arbolado



Implantar Sistemas de comunicación integrados en casco de protección para operarios forestales



Ence está en continuo desarrollo de proyectos de I+D+I y mejora continua en la seguridad y salud laboral, y entre ello, el **año 2019 ha desarrollado un proyecto innovador con la visión de trabajar en la seguridad en origen**, para poder adelantarse al posible daño para la seguridad y salud de los trabajadores en las operaciones forestales, mediante el desarrollo de un **Algoritmo Predictivo en SSL Forestal**.



ALGORITMO PREDICTIVO
 en Seguridad y Salud Forestal



3. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto ha sido diseñar una inteligencia artificial, algoritmo informático, encaminada a mejorar la seguridad y salud de las personas en las operaciones forestales en el Área Forestal Norte de Ence Energía y Celulosa s.a. en donde ha sido propuesto y desarrollado en el año 2019.

El algoritmo es una herramienta predictiva que analiza con mayor profundidad la correlación que existe entre distintas variables seleccionadas en las operaciones forestales, y que se ha determinado que su correlación inciden significativamente en el resultado final que ocurra un daño para las personas, un accidente de trabajo. Mediante este análisis el algoritmo concluye un resultado en donde existe mayor o menor probabilidad de que vaya a ocurrir el próximo accidente laboral, con el fin de poder actuar con medidas preventivas o correctivas antes de que este daño ocurra, actuando así preventiva y proactivamente.

4. Duración del proyecto

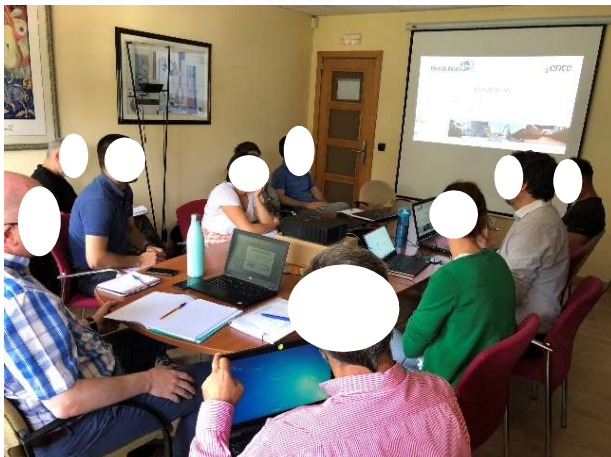
Desarrollo: Enero 2019 a Julio 2019

Implantación fase producción/pruebas: Agosto 2019

Implantación final en modo real: Septiembre del 2019

En la actualidad es una herramienta de referencia en las actuaciones preventivas en materia de seguridad y salud que se ponen en marcha en las operaciones forestales de los aprovechamientos madereros en el área forestal norte de Ence Energía y Celulosa s.a.

5. Desarrollo



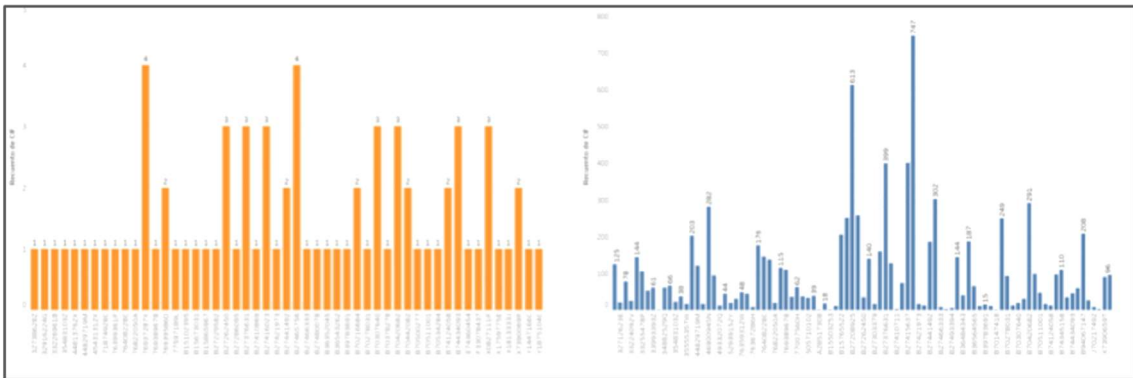
Reuniones de trabajo durante la fase de desarrollo del proyecto formadas por equipo de trabajo formado por personal de Dirección Forestal, Técnicos Forestales, Técnicos en SSL e Ingenieros de datos y desarrollo.

1. **Definición de escenarios**
2. **Normalización de los datos**
3. **Desarrollo de Algoritmo**

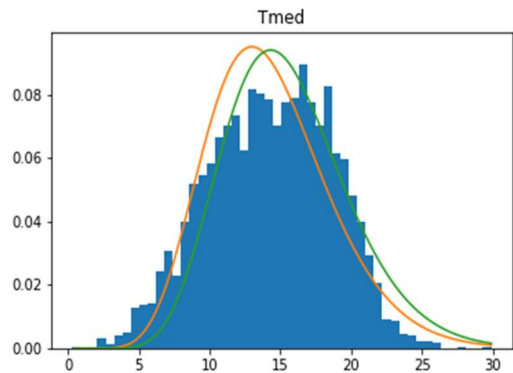
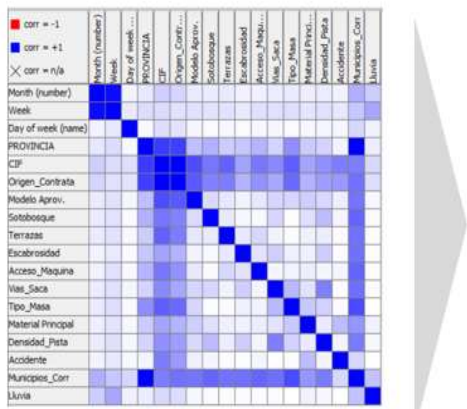
Análisis y estudio de uni-varialble

- Mes
- Semana
- Dia de Semana
- Modelo Aprovechamiento
- Sotobosque
- Terrazas
- Escabrosidad
- Tipo Masa
- Material Principal
-

- Densidad Pista
- Superficie
- Distancia Desembosque
- Pendiente Limitante
- Pendiente Predeterminada
- Tmed (Temperatura Media)
- Viento
- Precipitación
-



Análisis y estudio de multi-variable y correlación



Desarrollo de la algoritmia

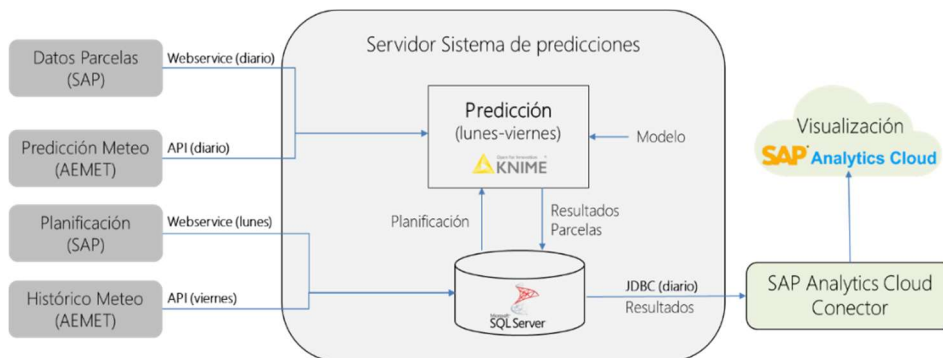
- Modelo probabilístico
- Variables independientes
- Distribuciones Gaussianas
- Rápido y flexible
- Entrenamiento empoderado con SMOTE
- Output: Probabilidad de Accidente



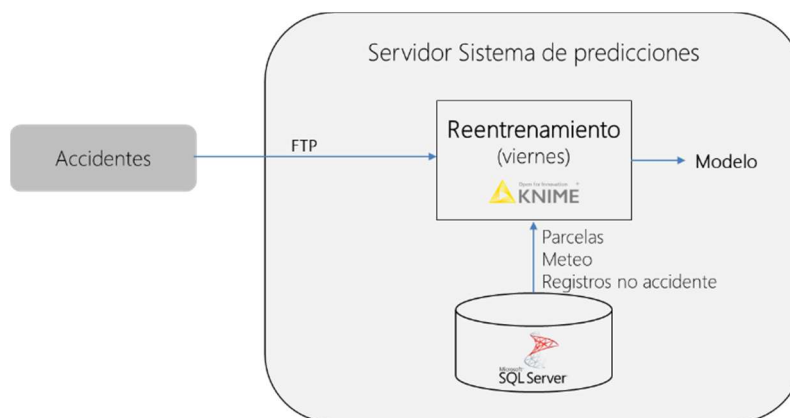
$$P(y|x_1, \dots, x_n) = \frac{P(x_1|y)P(x_2|y)\dots P(x_n|y)P(y)}{P(x_1)P(x_2)\dots P(x_n)}$$

Funcionalidad

- **Predicción Diaria:** Proceso para predecir la probabilidad de accidentes para las ordenes de trabajo planificadas.



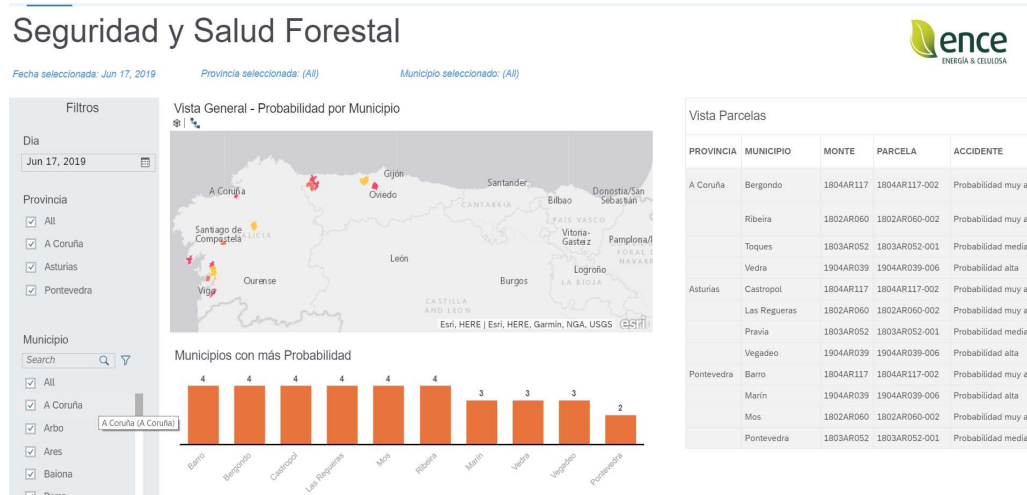
- **Autoaprendizaje:** Proceso de reentrenamiento del algoritmo. El algoritmo comprueba cada semana si se ha registrado un nuevo accidente y en este caso se reentrena en un aprendizaje en continuo.



6. Resultados

En la fase de producción y pruebas el algoritmo sorprende por los resultados iniciales obtenidos que en un promedio del **89%** de los casos de las explotaciones forestales que analiza el algoritmo, y en los que no han ocurrido accidentes, los **predice y clasifica correctamente** como no accidentes.

La predicción es presentada en un cuadro de mando visual e intuitivo indicando un nivel de probabilidad de que ocurra un accidente laboral por zona, municipio, modelo de operación, monte y día de los siguientes aprovechamientos maderos planificados para su ejecución.



Se puede ver de un modo visual en un mapa del España de la zona norte, con un amplio despliegue de filtros por zonas, provincias y ayuntamientos la predicción que realiza el algoritmo con un nivel de probabilidad bajo, medio, alto o muy alto de que vaya ocurrir el siguiente daño laboral para la seguridad y salud de los trabajadores que tienen planificado operar en la explotación forestal en la zona.



Día
feb. 7, 2020

Provincia

- Todo
- Asturias
- La Coruña
- Lugo

Todo
 Colunga
 Cudillero
 Cuntis
 Fornelos de...

- 1 – Probabilidad baja (<20%)
- 2 – Probabilidad media (20-50%)
- 3 – Probabilidad alta (50-70%)
- 4 – Probabilidad muy alta (>70%)

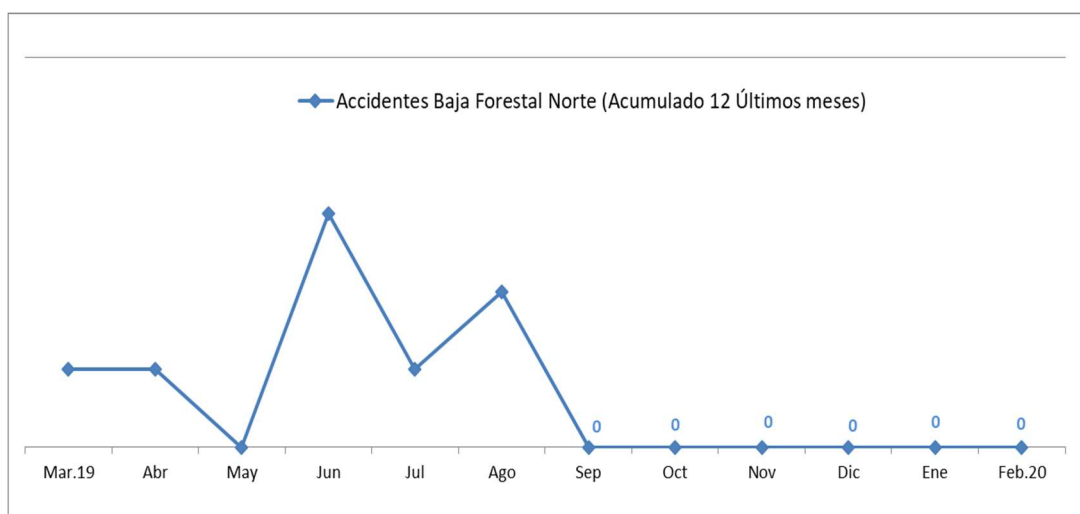
PROVINCIA	Municipios	Monte	Parcela	Contrata	Model...	Accidente
Asturias	C...	S/...	1004AD104 001	GARCIA ALVAREZ...	M2	Probabilidad baja
	C...	O...	1	M...	(A... M2	Probabilidad baja
			1	M...	(A... M2	Probabilidad baja
	C...	O...	1	F...	(/... M2	Probabilidad baja
	G...	O...	1	F...	(/... M3	Probabilidad media
	IL...	D...	1	IC...	G... M2	Probabilidad baja
		D...	1	G...	T... M3	Probabilidad baja
			1	G...	T... M3	Probabilidad baja

Los usuarios del algoritmo del área forestal norte (Jefes Operación, Técnicos, Gestores, Encargados, Técnicos Seguridad, ..) pueden establecer prioridades en sus actuaciones preventivas en base a esta predicción diaria facilitada por el sistema de inteligencia artificial.



Desde su implantación en Septiembre del 2019 el personal de Ence del área Forestal Norte están focalizando sus actuaciones preventivas (formaciones, capacitaciones, monitorizaciones, charlas, alertas, ...) en función de las predicciones que diariamente le facilita el algoritmo.

Esto junto con otras iniciativas y acciones que tenemos en curso en el Área Forestal Norte de Ence, está arrojando desde la implantación del algoritmo, y hasta la fecha del presente, que no ha ocurrido ningún otro accidente baja en personal contratado en las operaciones forestales de Ence en el área Forestal Norte, alcanzando el mayor periodo sin accidentes baja en el área.



Estando muy orgullosos de los resultados que se están obteniendo en la mejora de la seguridad y salud de las personas en los entornos de trabajo forestales, en Ence no estamos satisfechos, y estamos firmemente convencidos que podemos seguir innovando y mejorando estos resultados.

Es por ello que desde la fase de implantación en modo real el algoritmo está en de aprendizaje en continuo, y este **año 2020, el grupo de trabajo de Ence, sigue trabajando en una nueva fase de Optimización y Acompañamiento del Algoritmo**, para mejorar sus funcionalidades y % de predicción.