

Informe: Desarrollo de un Modelo Predictivo para la Demanda de Servicios de Salud Laboral

25 de abril de 2025

1. Enfoque General

El proyecto aborda la previsión de demanda en servicios de salud laboral mediante un modelo predictivo basado en N-BEATS (Neural Basis Expansion Analysis for Time Series). Esta arquitectura neuronal, especializada en series temporales, se seleccionó por su capacidad para capturar patrones complejos y no lineales en datos de accidentes y enfermedades laborales, cuya naturaleza intrínsecamente impredecible requiere aproximaciones sofisticadas.

La metodología implementada sigue un marco analítico estructurado que comprende: (1) exploración y selección de variables relevantes del diccionario de datos disponible, (2) preprocesamiento y limpieza exhaustiva, (3) configuración y ajuste de parámetros del modelo N-BEATS, y (4) evaluación del rendimiento predictivo.

2. Desafíos Encontrados y Soluciones Implementadas

2.1. Selección y Preparación de Variables

El primer obstáculo significativo residió en la identificación de variables predictoras óptimas. El diccionario provisto contenía múltiples dimensiones potencialmente relevantes, pero la heterogeneidad y complejidad de los datos dificultaban discernir cuáles aportarían valor predictivo sustancial.

Para resolver este desafío, se implementó un proceso sistemático de análisis exploratorio que incluyó:

- Evaluación de correlaciones entre variables y la demanda histórica
- Análisis de componentes principales para reducir dimensionalidad
- Pruebas de causalidad de Granger para identificar variables con poder predictivo temporal

La limpieza de datos constituyó otro reto fundamental. Los registros presentaban inconsistencias, valores atípicos y campos faltantes que comprometían la calidad del entrenamiento. Se desarrolló un pipeline de transformación que incluía técnicas de imputación contextual, normalización adaptativa y detección de anomalías, preservando la integridad de señales sutiles pero potencialmente significativas.

2.2. Ajuste de Parámetros del Modelo N-BEATS

La configuración inicial del modelo N-BEATS producía resultados subóptimos, manifestando problemas tanto de subajuste como de convergencia deficiente. Para superar estas limitaciones, se implementó una estrategia de optimización que abarcó:

- Ajuste de hiperparámetros mediante búsqueda en rejilla y validación cruzada
- Modificación de la arquitectura de bloques y capas para adaptarse a las particularidades de los datos de salud laboral
- Implementación de técnicas de regularización para mejorar la generalización

Un aspecto crucial fue la calibración de la longitud de ventana temporal y el horizonte de predicción, balanceando la necesidad de capturar patrones estacionales con la capacidad de responder a eventos emergentes en el contexto laboral.

3. Evaluación de Aplicabilidad

El modelo actual representa una primera aproximación que, aunque funcional, presenta áreas de mejora sustanciales. Sus fortalezas incluyen:

- Capacidad para identificar patrones estacionales en la demanda de servicios específicos
- Adaptabilidad a diferentes tipos de accidentes y enfermedades laborales
- Integración efectiva de variables contextuales como sectores industriales y regiones geográficas

Las limitaciones actuales comprenden:

- Precisión moderada en horizontes de predicción extendidos
- Sensibilidad a cambios abruptos en patrones de accidentalidad
- Requisitos computacionales considerables para el reentrenamiento continuo

El potencial de aplicabilidad para ARL SURA es significativo, particularmente como herramienta de apoyo para la planificación anticipada de recursos humanos y materiales. Con refinamientos adicionales, el modelo podría evolucionar hacia un sistema predictivo robusto que contribuya a la optimización de la capacidad de respuesta ante emergencias laborales y a la asignación eficiente de recursos preventivos.

La arquitectura actual, aunque todavía en fase de desarrollo, establece fundamentos sólidos para un sistema predictivo que, con mayor maduración, podría transformar significativamente la gestión proactiva de servicios de salud laboral.