



Universidad Tecnológica de Panamá
Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales
Maestría en Analítica de Datos

Proyecto Integrador I

Fase 1: Diseño del Proyecto Objetivo

Profesor:

Ing. David Díaz

Grupo No.3:

Angie Navas, 8-943-2297

Jesús Solís, 8-917-85

Juan Bocaranda, 2-741-2264

Luis Lasso, 8-811-1615

Roberto Villarreal, 20-14-8509

14 de julio de 2025

- **Entregable 1: Documento con 3 posibles temas y justificación (1 página por tema).**

Tema 1: Predicción de la demanda de atención pediátrica

Uno de los principales retos a los que se enfrenta el sistema hospitalario es la saturación del servicio de urgencias pediátricas en determinadas épocas del año. Este fenómeno impacta negativamente en la calidad del servicio, aumentando los tiempos de espera, la presión sobre el personal sanitario y el riesgo para la salud de los pacientes más vulnerables. Aunque las autoridades de salud y los gestores hospitalarios son conscientes de que existen patrones estacionales en la aparición de enfermedades infantiles, la gestión de recursos sigue siendo reactiva. Se refuerza el personal y los insumos solo una vez que la crisis ya está en curso, lo que disminuye la efectividad de las medidas implementadas. Este tema propone abordar esta problemática mediante un análisis profundo de los datos históricos del hospital para identificar y comprender los patrones estacionales y demográficos de la demanda en el servicio de urgencias pediátricas.

Justificación

La finalidad es reconocer con precisión cuáles son los meses más críticos, qué grupos etarios concentran la mayor demanda y cuáles son las principales causas de consulta en esos periodos. Una vez identificados estos patrones, será posible proyectar la demanda futura con un alto grado de confiabilidad y, en consecuencia, planificar los recursos humanos y materiales necesarios con la debida anticipación.

La predicción de la demanda no solo permite una mejor planificación interna, sino que también abre la puerta a estrategias más amplias de salud pública, como la coordinación de campañas de prevención comunitaria en los meses previos a los picos estacionales. También se pueden establecer alianzas con centros de atención primaria para derivar pacientes de baja complejidad, descongestionando el hospital. Desde el punto de vista técnico, este análisis puede incluir técnicas como series temporales, modelado estacional, regresiones múltiples y aprendizaje automático supervisado. Asimismo, los resultados pueden presentarse mediante gráficos y dashboards interactivos para facilitar su interpretación por los gestores. Entre los beneficios de este enfoque destacan: la reducción de las demoras en la atención, la mejora en las condiciones de trabajo del personal médico, la satisfacción de los usuarios y el uso más eficiente del presupuesto asignado. Además, se contribuye a una cultura institucional basada en la evidencia y en la toma de decisiones proactiva.

Tema 2: Optimización de la capacidad y flujos internos en urgencias pediátricas

La sobrecarga del servicio de urgencias pediátricas no depende únicamente de la cantidad de pacientes que ingresan, sino también de cómo están organizados los recursos y procesos internos. En muchos casos, los tiempos de espera prolongados y la percepción de saturación son consecuencia de una distribución ineficiente del personal, una falta de estandarización de los procesos o una gestión inadecuada de los flujos de pacientes dentro del hospital.

Este tema propone realizar un diagnóstico detallado de la capacidad instalada (camas, equipos, insumos, personal disponible por turno) y de los flujos internos de atención para identificar ineficiencias que prolongan los tiempos de espera, generan cuellos de botella y aumentan el estrés del personal y de los pacientes. El análisis incluirá aspectos como la organización de los turnos, la asignación de tareas, el cumplimiento de los protocolos de triaje y la gestión de las salas de espera y de observación.

Justificación

El objetivo principal es formular recomendaciones basadas en datos para reorganizar los procesos internos y redistribuir los recursos existentes de manera más eficiente, sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura o personal adicional. Entre los posibles enfoques metodológicos destacan: diagramas de flujo de procesos, mediciones de tiempos y movimientos, simulación de escenarios, entrevistas y encuestas al personal.

Este enfoque no solo permitirá mejorar la eficiencia operativa del hospital, sino también incrementar la calidad y la seguridad de la atención, reduciendo los riesgos asociados a las demoras y las interrupciones. También contribuirá al bienestar del personal médico y administrativo, al disminuir la sobrecarga y los conflictos derivados de una mala organización.

Desde el punto de vista institucional, optimizar los procesos internos fortalece la sostenibilidad financiera del hospital, al maximizar la productividad de los recursos disponibles y minimizar los costos derivados de la ineficiencia. Asimismo, sienta las bases para futuros procesos de acreditación y certificación en calidad.

Tema 3: Segmentación de la población infantil para campañas preventivas

Las campañas de prevención dirigidas a la población infantil, como las de vacunación, educación en higiene y promoción de hábitos saludables, son herramientas fundamentales para reducir la carga de enfermedades prevenibles que saturan las urgencias pediátricas en los meses críticos. Sin embargo, en la práctica, estas campañas suelen diseñarse de manera uniforme y generalizada, sin considerar las diferencias entre las distintas comunidades, grupos etarios y niveles socioeconómicos. Esto limita su efectividad y diluye su impacto en la reducción real de la demanda.

Este tema propone analizar los datos históricos de atención junto con variables demográficas y socioeconómicas para segmentar a la población infantil en grupos homogéneos con base en su nivel de riesgo y necesidades específicas. La segmentación permitirá diseñar e implementar campañas más focalizadas, con mensajes y estrategias adaptadas a las características de cada grupo. Por ejemplo, podría priorizarse a las comunidades con menor cobertura de atención primaria o a los grupos etarios más afectados en determinadas estaciones del año.

La segmentación también contribuiría a optimizar el uso de los recursos públicos, concentrando los esfuerzos en las áreas de mayor impacto y evitando inversiones innecesarias en zonas o poblaciones con baja incidencia. Técnicamente, este análisis puede apoyarse en métodos como clustering, análisis factorial, árboles de decisión y análisis geoespacial, integrando datos clínicos y censales.

Desde la perspectiva social, este enfoque refuerza el principio de equidad en salud, al reconocer que no todas las poblaciones enfrentan los mismos riesgos ni tienen las mismas oportunidades de prevención. Al mismo tiempo, aumenta la confianza de la comunidad en las instituciones, al percibir que las intervenciones son pertinentes y eficaces.

Los beneficios de este tema son múltiples: reducción de la saturación hospitalaria en los meses críticos, fortalecimiento de la prevención comunitaria, mejor uso de los recursos y mayor impacto de las campañas de salud pública. Además, abre la posibilidad de replicar el mismo enfoque en otras poblaciones y servicios del hospital.

➤ **Entregable 2: Resumen de 2-3 referencias clave (métodos utilizados, brechas encontradas)**

Resumen de referencia clave - 1

El objetivo de esta es predecir la demanda hospitalaria, específicamente el uso de camas por infecciones respiratorias agudas en el Hospital Pediátrico Luis Calvo Mackenna.

Se propone enfrentar fluctuaciones estacionales como los picos de demanda en invierno mediante tres enfoques de modelado:

1. **Modelo epidemiológico clásico**, que reproduce las curvas históricas de hospitalizaciones basadas en patrones de infecciones respiratorias.
2. **Modelo de redes neuronales recurrentes (deep learning)**, sensible a variaciones recientes y capaz de captar tendencias menos regulares.
3. **Modelo híbrido**, que combina ambos métodos para obtener lo mejor de ambos mundos.

Los modelos fueron comparados en cuanto a precisión predictiva y capacidad para anticipar el día pico de uso de camas. El modelo seleccionado alcanzó un **error máximo de 12 días** en la predicción del pico, evidenciando un desempeño razonable para ayudar en la planificación hospitalaria.

Principales Hallazgos

- El modelo epidemiológico proporciona una base robusta para tendencias previsibles estacionales.
- La red neuronal recurrente ajusta mejor a variaciones y eventos atípicos.
- El enfoque híbrido mejora la precisión, reduciendo el error al predecir fechas críticas de alta demanda.
- El modelo con mejor desempeño ofrece una herramienta útil para la gestión de recursos y planificación médica (personal, camas, insumos).

Esta investigación muestra cómo la combinación de modelos tradicionales con inteligencia artificial puede ser eficaz en contextos sanitarios, apoyando la toma de decisiones en la gestión hospitalaria pediátrica.

Fuente: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/202949>

Resumen de referencia clave - 2

Este estudio aborda el problema de la **saturación en los servicios de urgencias hospitalarias (ED)**, donde la demanda excede la capacidad de atención en tiempos razonables.

Los autores desarrollan un **modelo de simulación computacional** basado en datos reales de un hospital local, con el fin de:

1. **Detectar los cuellos de botella** en diferentes etapas del flujo de pacientes.
2. **Evaluar estrategias alternativas** para mejorar el rendimiento del servicio, reduciendo tiempos de espera y la estancia total.
3. Realizar **análisis comparativos** de escenarios operacionales, por ejemplo: agregar personal, redistribuir recursos, modificar procesos.

Los resultados muestran que el modelo es útil para explorar compensaciones entre eficiencia, carga de trabajo, capacidad, y puede apoyar decisiones informadas. Además, se subraya su relevancia para enfrentar crisis sanitarias como la pandemia de COVID-19, sugiriendo aplicabilidad generalizada en sistemas de salud.

Fuente: <https://www.xpublication.com/index.php/jmo/article/view/413>

➤ **Entregable 3: Tabla con objetivos y métricas alineadas al problema.**

Problema:

¿Cómo podemos reducir la saturación y las demoras en el cuarto de urgencias pediátricas durante los meses críticos, utilizando ciencia de datos para pronosticar la demanda estacional y acciones preventivas con mayor precisión?

Objetivo específico	Métrica
Identificar patrones presentes en la serie.	Informe de análisis exploratorio entregado, con al menos 3 visualizaciones clave (por edad, mes y causa).
Desarrollar un modelo predictivo para anticipar la demanda por mes y grupo etario.	Precisión del modelo $\geq 75\%$ (medida con MAE, RMSE y gráficos de validación).
Evaluar la capacidad operativa actual del servicio frente a la demanda proyectada.	Matriz de brechas capacidad-demanda por turno y recurso, con recomendaciones.
Identificar los segmentos poblacionales más vulnerables para priorizar campañas preventivas.	Tabla de segmentación con al menos 3 grupos definidos y su peso en la demanda.
Diseñar un dashboard interactivo para visualización de predicciones, capacidad y segmentos.	Dashboard funcional (en Power BI o Streamlit) presentado a los stakeholders.
Documentar y presentar los hallazgos, recomendaciones y guía de implementación.	Entrega de informe final completo y presentación oral al equipo hospitalario.

➤ **Entregable 4: Cronograma detallado (semanal o sprints).**

PROYECTO INTEGRADOR I

Grupo 3:

Angie Navas, Luis Lasso, Jesús Solís, Juan Bocaranda,
Roberto Villarreal

Inicio del proyecto:

lun, 7/7/2025

Semana para mostrar:

1

[illegible]