

Sistema mecatrónico con visión artificial para control de calidad de empaques de frutos secos

PROBLEMA

Las fallas en el sellado de empaques flexibles para alimentos granulares (pliegues, quemaduras y sellos incompletos) generan pérdidas económicas, reprocesos y riesgos de calidad. La inspección visual manual presenta alta variabilidad y tasas de error de hasta 20–30 %, especialmente ante defectos pequeños o de baja visibilidad. Esto evidencia la necesidad de un sistema automatizado, preciso y consistente para la detección temprana de defectos en líneas de empaquetado.



OBJETIVO GENERAL

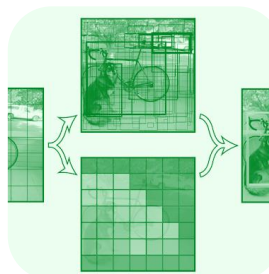
Diseñar un sistema mecatrónico con visión artificial para inspeccionar y clasificar automáticamente empaques defectuosos en una línea de procesamiento de frutos secos.

PROPUESTA

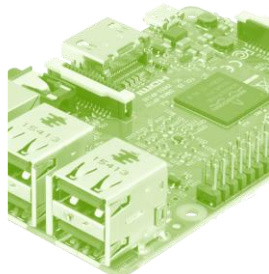
Se propone una solución basada en visión artificial con procesamiento local que integra:



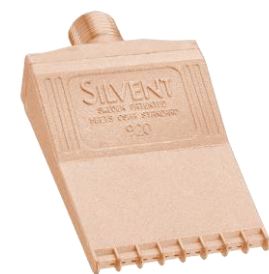
Cámara de alta resolución con autoenfoque



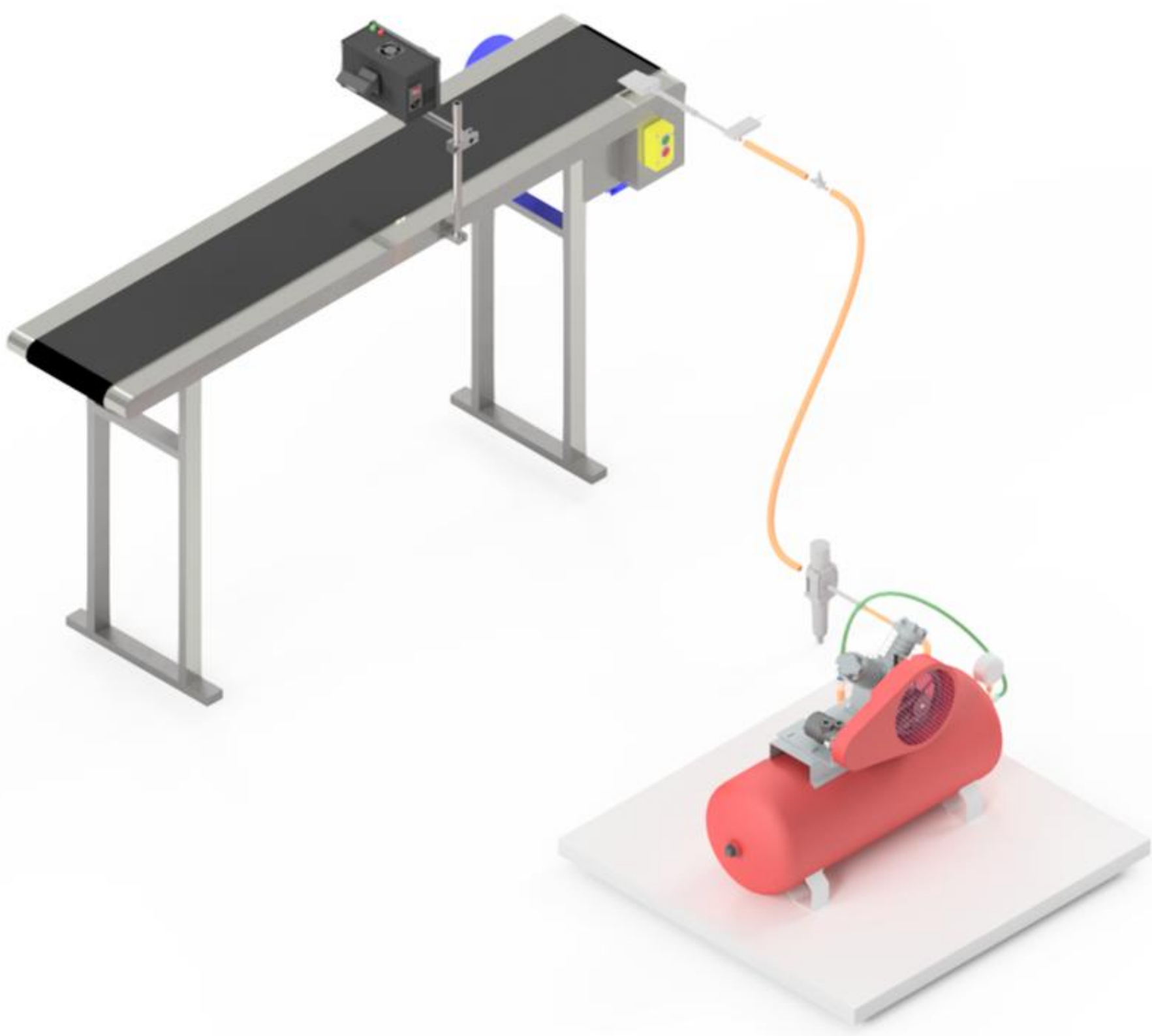
Algoritmo de aprendizaje profundo basado en YOLO-8 para clasificación binaria (conforme / defectuoso).



Arquitectura centralizada en Raspberry Pi para inferencia en tiempo real.

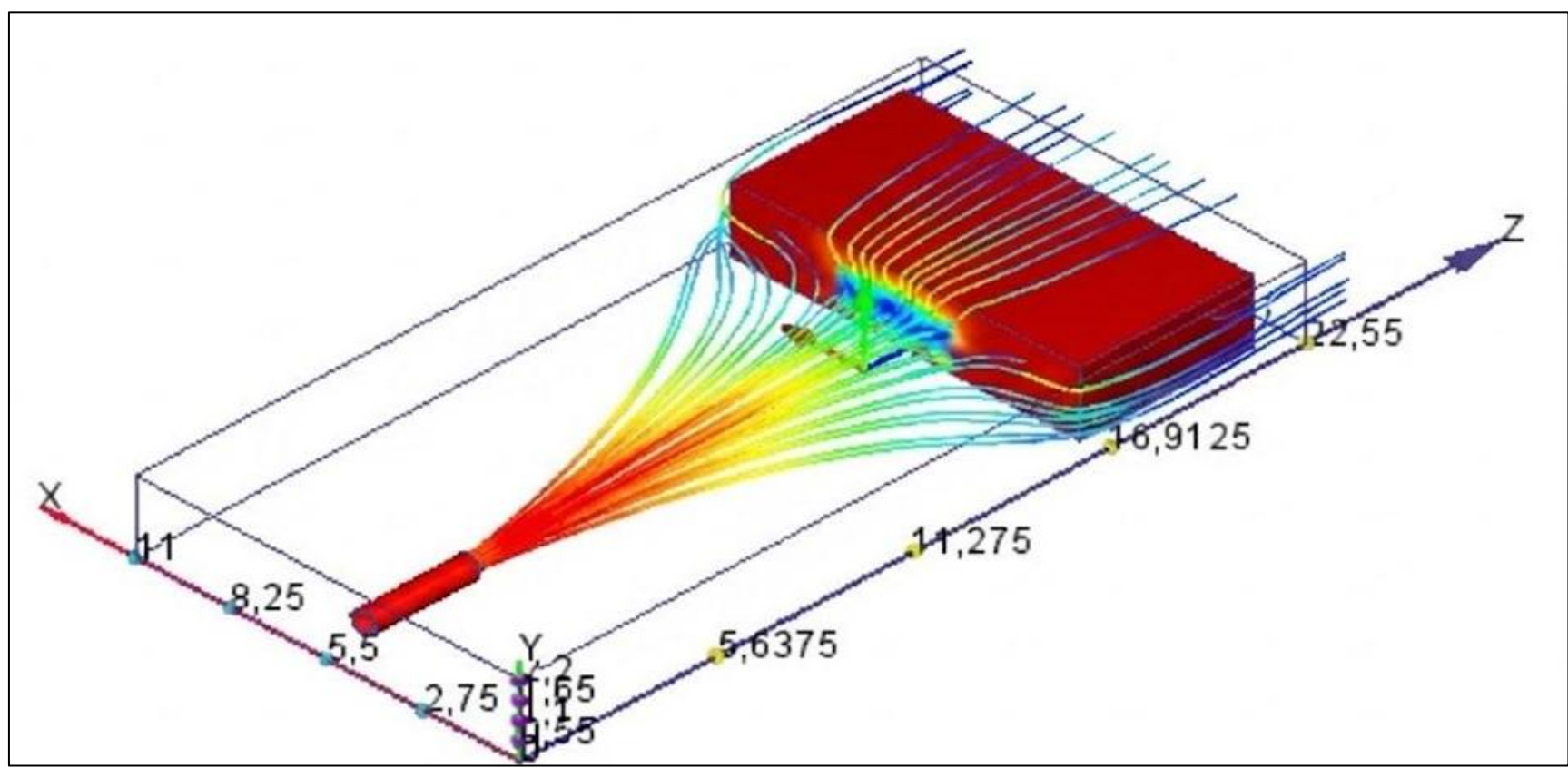
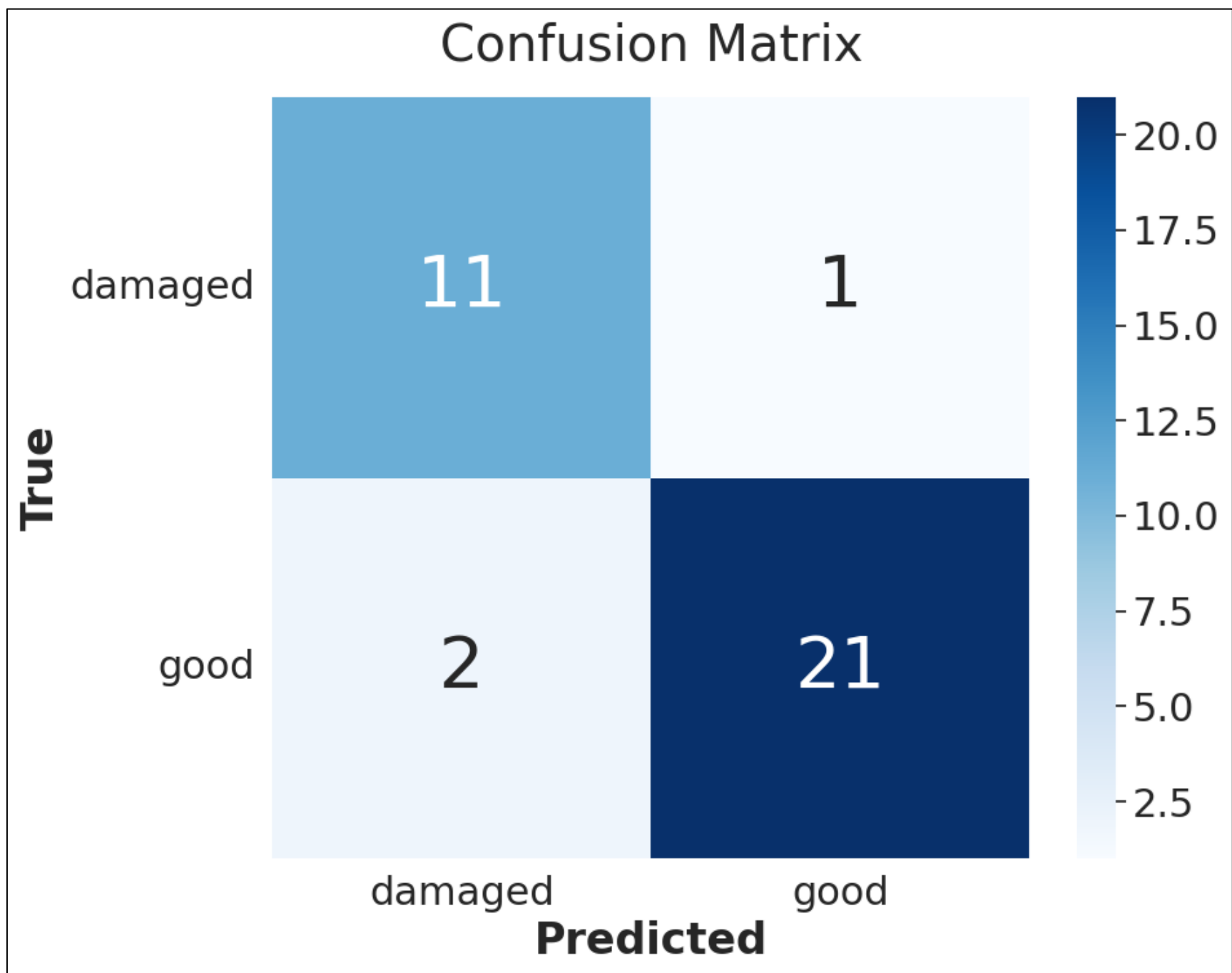


Diseño conceptual de un sistema de rechazo neumático por soplado de aire, sincronizado con la decisión del modelo.



RESULTADOS

- 91.7% de sensibilidad en defectos críticos, ejecutado en hardware Raspberry Pi.
- Fuerza de rechazo simulada de 5.18 N (desviación de solo 1.7% vs. teórico), para el mecanismo de descarte neumático.
- Inversión de \$711 USD, logrando un ahorro del 74% frente a sensores comerciales equivalentes (~\$2,800).



CONCLUSIONES

- Se desarrolló un modelo de detección basado en YOLOv8, logrando una precisión de alrededor del 91.7% en la detección de defectos críticos, lo que valida su capacidad para sustituir la inspección manual con mayor fiabilidad.
- El diseño neumático tipo Air Blast fue validado mediante simulación CFD una fuerza suficiente para garantizar un rechazo efectivo y acorde a la normativa alimentaria.
- La integración del sistema en una Raspberry Pi 4 resultó en un prototipo funcional de bajo costo, reduciendo la barrera de inversión económica frente a soluciones comerciales tradicionales