

# YOLOv5\_alumnos - Detección de Objetos Personalizada

**Asignatura:** Programación con IA

**Proyecto:** SENTINEL HUD (Seguridad industrial con detección de EPIs)

**Alumno:** Diego Sanchez

**Fecha:** 14/02/2026

## 1. Definición del problema

Se plantea un sistema de detección de objetos para mejorar la seguridad en entornos industriales.

El problema concreto es detectar automáticamente incumplimientos de EPI y zonas/objetos de riesgo en imágenes de planta.

Clases objetivo del detector:

- Casco
- Chaleco
- Persona\_Sin\_Equipo
- Peligro

Uso esperado: monitorización automática y alerta temprana para reducir supervisión manual y riesgo operativo.

## 2. Creación / obtención del dataset

Se utilizó un dataset propio en formato YOLO (`images/` + `labels/`) con split train/val.

Resumen del dataset final:

- Imágenes train: **138**
- Etiquetas train: **138**
- Imágenes val: **38**
- Etiquetas val: **38**
- Clases: **4**

Archivo de configuración: `dataset_final/custom_data.yaml`

```
In [1]: # Estructura y YAML del dataset
from pathlib import Path
import yaml
```

```

yaml_path = Path('dataset_final/custom_data.yaml')
print(yaml_path.read_text(encoding='utf-8'))

names:
- Casco
- Chaleco
- Persona_Sin_Equipo
- Peligro
nc: 4
path: ../dataset_final
train: images/train
val: images/val

```

### 3. Proceso de entrenamiento del modelo (paso a paso)

1. Se clono el repositorio oficial de YOLOv5 y se instalaron dependencias.
2. Se configuro el dataset custom ( `dataset_final/custom_data.yaml` ) con 4 clases.
3. Se aplico fine-tuning desde pesos preentrenados ( `yolov5s.pt` ).
4. Se entreno con imagenes de 640 px y `batch=8` para equilibrar consumo de RAM y estabilidad.
5. Se habilito `--cache` para reducir I/O de disco durante entrenamiento.
6. Se guardaron automaticamente `best.pt` (mejor mAP@0.5 en validacion interna) y `last.pt`.

Hardware verificado:

- `nvidia-smi` : GPU fisica disponible (RTX 2070)
- `torch.cuda.is_available()` : `False` (entorno con `torch 2.10.0+cpu`)

Conclusiones de entorno:

- El entrenamiento se ejecuto 100% en CPU.
- Por esta limitacion se uso una corrida de 10 epochas para mantener tiempos razonables.

```

python yolov5/train.py \
--img 640 \
--batch 8 \
--epochs 10 \
--data dataset_final/custom_data.yaml \
--weights yolov5s.pt \
--cache \
--project yolov5/runs_academic \
--name actividad1_10e

```

### 4. Informe de resultados del modelo

## 4.1 Resultados objetivos (10e vs 50e)

Protocollo reproducible usado para la comparacion:

- Dataset fijo: `dataset_final` con split inmutable (`train=138`, `val=38`, labels 1:1 por imagen).
- Entorno de ejecucion real: GPU CUDA ( NVIDIA GeForce RTX 2070 SUPER ) con `torch 2.10.0+cu126` (`torch.cuda.is_available()=True`).
- Entrenamiento 10e historico: `yolov5/runs_academic/actividad1_10e/`.
- Entrenamiento 50e nuevo: `yolov5/runs_academic/actividad1_50e/`.
- Parametros 50e: `img=640`, `batch=16`, `epoch=50`, `seed=0`,  
`weights=yolov5s.pt`, `device=0`.
- Validacion fija para comparacion: `batch=16`, `conf_thres=0.001`, `iou_thres=0.6`.

Comandos exactos ejecutados:

```
# train 50e (GPU)
python yolov5/train.py --img 640 --batch 16 --epochs 50 --data
dataset_final/custom_data.yaml --weights yolov5s.pt --cache --project
yolov5/runs_academic --name actividad1_50e --seed 0 --exist-ok --device
0

# val fija 10e (best.pt)
python yolov5/val.py --data dataset_final/custom_data.yaml --weights
yolov5/runs_academic/actividad1_10e/weights/best.pt --img 640 --batch 16
--conf-thres 0.001 --iou-thres 0.6 --project yolov5/runs_academic --name
val_actividad1_10e_bs16 --exist-ok

# val fija 50e (best.pt)
python yolov5/val.py --data dataset_final/custom_data.yaml --weights
yolov5/runs_academic/actividad1_50e/weights/best.pt --img 640 --batch 16
--conf-thres 0.001 --iou-thres 0.6 --project yolov5/runs_academic --name
val_actividad1_50e --exist-ok
```

Logs de evidencia:

- `yolov5/runs_academic/train_actividad1_50e_log.txt`
- `yolov5/runs_academic/val_actividad1_10e_bs16_log.txt`
- `yolov5/runs_academic/val_actividad1_50e_log.txt`

Tabla comparativa global (extraida de `results.csv`):

Escenario	Epoch	Precision	Recall	mAP@0.5	mAP@0.5:0.95
10e_best	8	0.251	0.395	0.322	0.111
10e_last	9	0.241	0.268	0.305	0.111
50e_best	49	0.424	0.740	0.584	0.342
50e_last	49	0.424	0.740	0.584	0.342

Observacion principal:

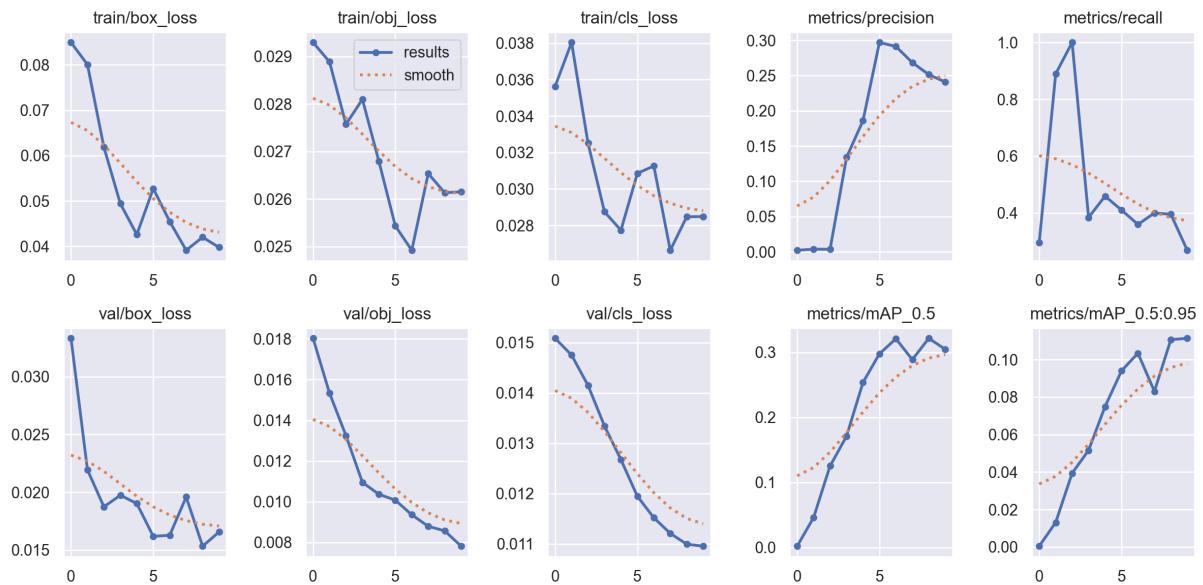
- En este experimento, 50e mejora de forma clara frente a 10e en metrica global y en localizacion fina ( mAP@0.5:0.95 +0.231 absoluto).

```
In [2]: # Curvas y matrices de confusión (10e vs 50e)
from IPython.display import Image, display

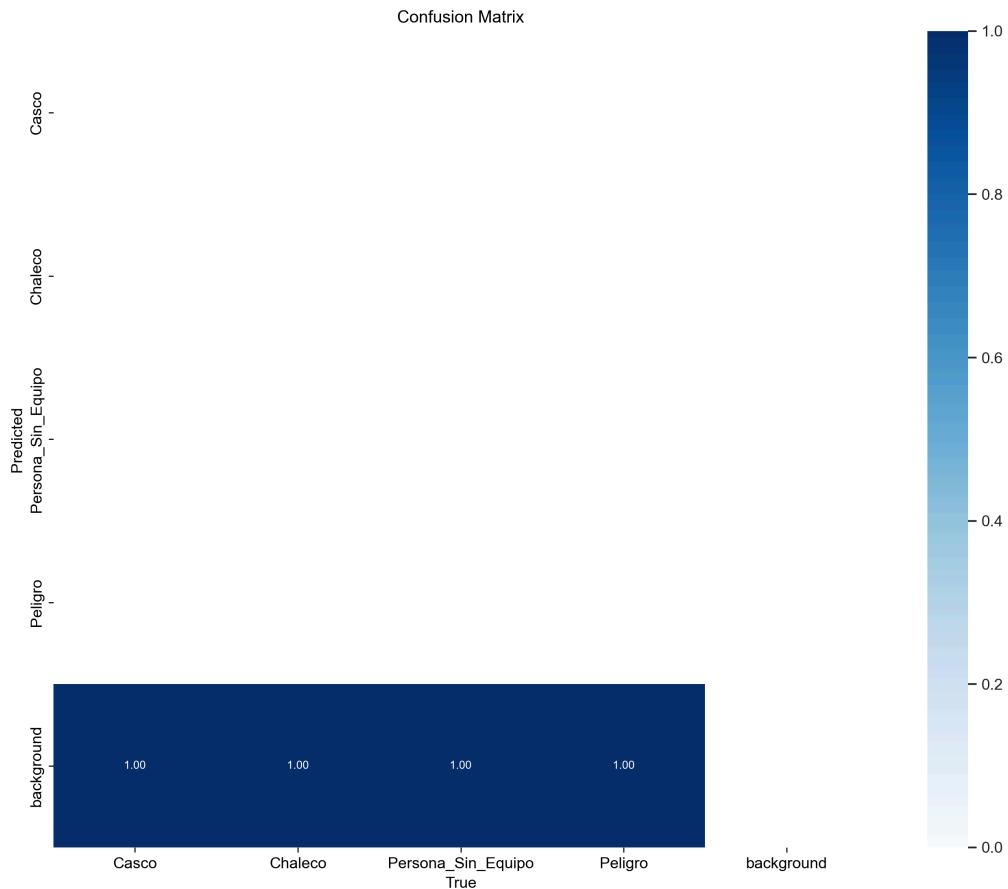
print('10e - results.png')
display(Image(filename='yolov5/runs_academic/actividad1_10e/results.png', width=900
print('10e - confusion_matrix (val fija bs16)')
display(Image(filename='yolov5/runs_academic/val_actividad1_10e_bs16/confusion_matri

print('50e - results.png')
display(Image(filename='yolov5/runs_academic/actividad1_50e/results.png', width=900
print('50e - confusion_matrix (val fija bs16)')
display(Image(filename='yolov5/runs_academic/val_actividad1_50e/confusion_matrix.pn
```

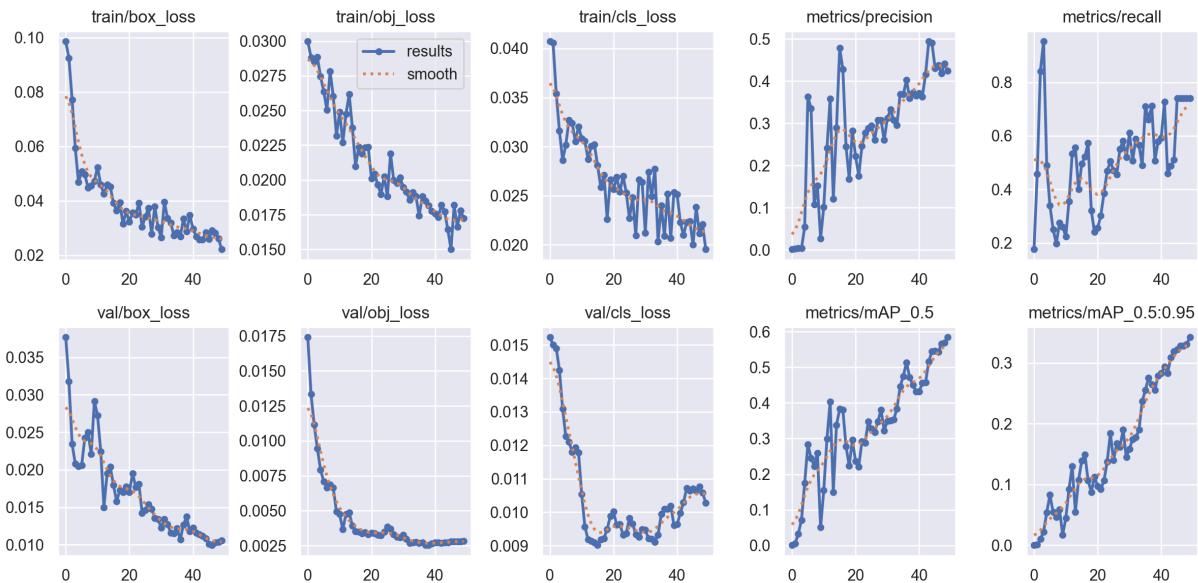
10e - results.png



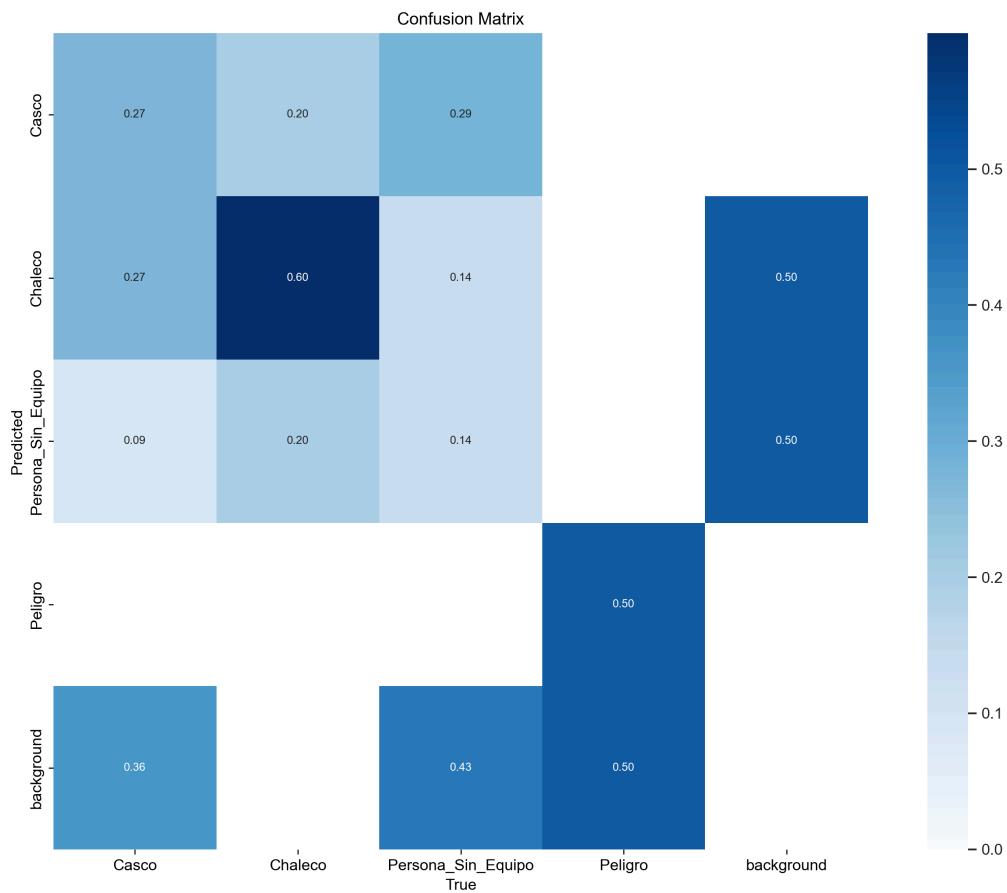
10e - confusion\_matrix (val fija bs16)



50e - results.png



50e - confusion\_matrix (val fija bs16)



## 4.2 Comparacion por clase (val fija, batch=16)

Fuentes:

- 10e: [yolov5/runs\\_academic/val\\_actividad1\\_10e\\_bs16\\_log.txt](#)
- 50e: [yolov5/runs\\_academic/val\\_actividad1\\_50e\\_log.txt](#)

Clase	mAP50 10e	mAP50 50e	Delta	mAP50-95 10e	mAP50-95 50e
all	0.322	0.582	+0.260	0.111	0.344
Casco	0.395	0.557	+0.162	0.110	0.308
Chaleco	0.452	0.705	+0.253	0.154	0.509
Persona_Sin_Equipo	0.102	0.333	+0.231	0.039	0.211
Peligro	0.337	0.734	+0.397	0.141	0.348

## 4.3 Interpretacion critica (mejoras y limites)

Lectura de mAP@0.5 vs mAP@0.5:0.95:

- [mAP@0.5](#) refleja capacidad de detección con criterio IoU permisivo.
- [mAP@0.5:0.95](#) exige localización fina en varios umbrales IoU; por eso es más estricta.

- La subida de `mAP@0.5:0.95` de **0.111 a 0.342** indica mejora real de localizacion, no solo mas aciertos gruesos.

Evidencia de underfitting (10e) y mejora con 50e:

- 10e: `val/box_loss` 0.0333 -> 0.0166, `val/obj_loss` 0.0180 -> 0.0078 (todavia en fase de aprendizaje).
- 50e: `val/box_loss` 0.0377 -> 0.0106, `val/obj_loss` 0.0174 -> 0.00284.
- No se observa divergencia fuerte train-val; en este caso mas epochas fue beneficioso.

Foco en `Persona_Sin_Equipo`:

- Mejora relevante: mAP50 de 0.102 a 0.333 y mAP50-95 de 0.039 a 0.211.
- Sigue siendo la clase mas fragile en precision (P=0.174 en 50e), con falsos positivos en escenas ambiguas.

Limitaciones y mejoras concretas:

- El limite principal sigue siendo volumen/variedad (138 instancias train), no un desbalance extremo por clase.
- Mejoras prioritarias: mas datos dificiles para `Persona_Sin_Equipo` (occlusiones, distancia, contraluz), y augmentation orientada a casos borde.
- Repetir evaluacion con test externo etiquetado para medir generalizacion fuera de val.

## 5. Inferencia del modelo

Se ejecuto inferencia externa con el `best.pt` de 50 epochas para inspeccion cualitativa fuera del split de validacion.

Comando de inferencia:

```
python yolov5/detect.py --weights
yolov5/runs_academic/actividad1_50e/weights/best.pt --img 640 --conf
0.10 --source inference_samples_new --project yolov5/runs_academic -
-name inferencia_actividad1_50e_new_txt --exist-ok --save-txt --save-
conf
```

Evidencia generada en:

- `yolov5/runs_academic/inferencia_actividad1_50e_new_txt/`
- `yolov5/runs_academic/inferencia_actividad1_50e_new_txt/labels/`

Resumen cualitativo (muestra externa de 12 imagenes):

- Aciertos representativos:
  - `new_02_Peligro_3.jpg` -> detecta `Peligro`.
  - `new_08_Casco_15.jpg` -> detecta `Casco`.

- Fallos representativos:

- `new_01_Casco_8.jpg` -> predice `Chaleco` (confusión de clase).
- `new_03_Casco_26.jpg` -> sin detección (falso negativo).

Lectura técnica de errores:

- Persisten confusiones entre clases visualmente cercanas o con contexto complejo.
- Los falsos negativos se concentran en objetos pequeños/ocultos o con contraste bajo.

In [3]:

```
# Visualizar ejemplos de inferencia externa con 50e
from pathlib import Path
from IPython.display import Image, display

pred_dir = Path('yolov5/runs_academic/inferencia_actividad1_50e_new_txt')
for p in sorted(pred_dir.glob('*.*')):
    print(p.name)
    display(Image(filename=str(p), width=650))
```

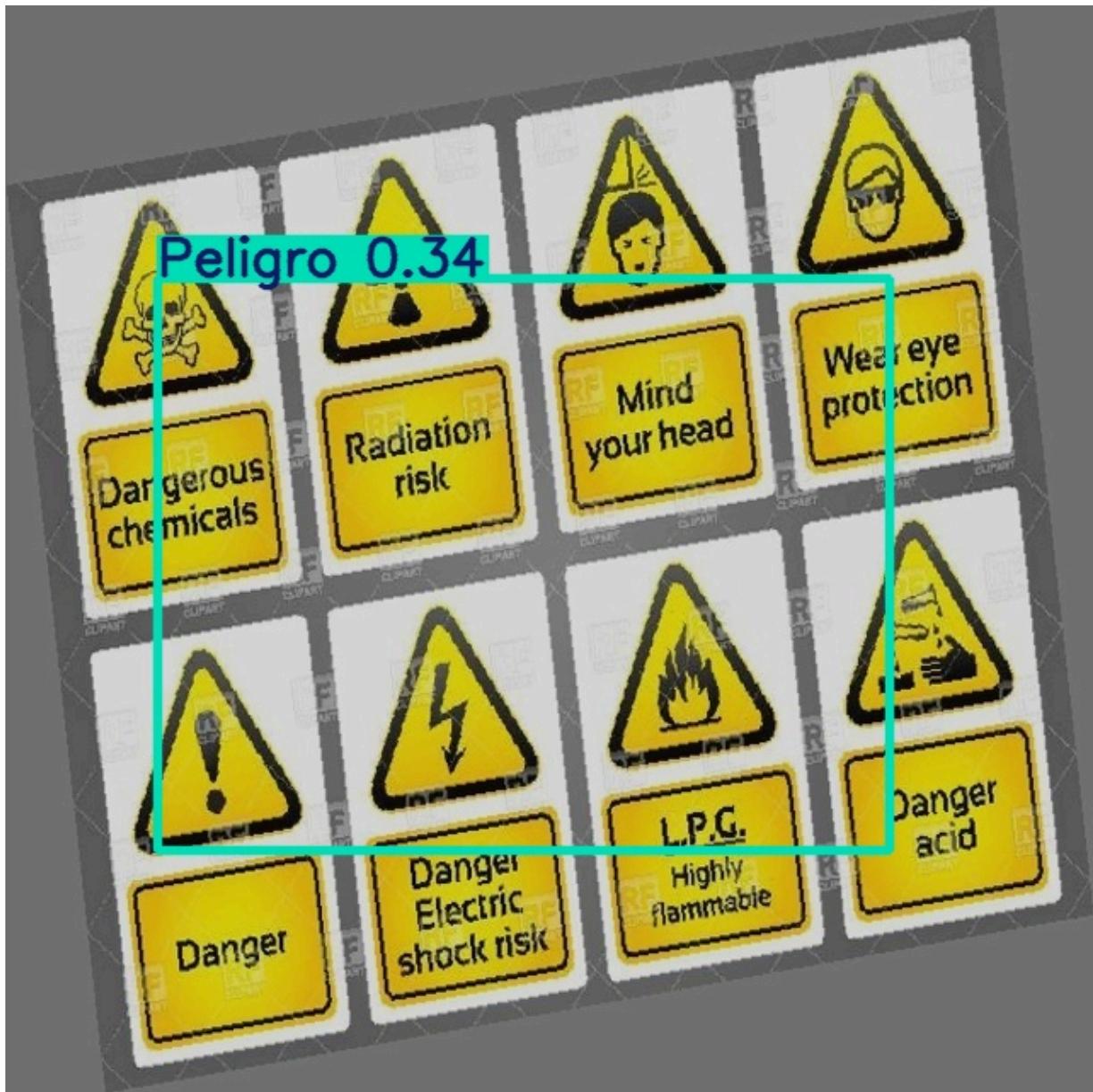
`new_00_Chaleco_8.jpg`



new\_01\_Casco\_8.jpg



new\_02\_Peligro\_3.jpg



new\_03\_Casco\_26.jpg



new\_04\_Casco\_3.jpg



new\_05\_Casco\_36.jpg



new\_06\_Peligro\_15.jpg



new\_07\_Chaleco\_6.jpg



## 6. Conclusiones y continuidad

Evaluacion academica honesta:

- La entrega esta bien estructurada y cumple trazabilidad de pipeline completo.
- El rendimiento es **aceptable** para una primera iteracion, pero aun no sobresaliente en la clase mas critica.
- Con la evidencia actual, esta entrega se ubica en un rango estimado de **8.7/10**.

Decision tecnica sobre 10 vs 50 epochas:

- **Recomendacion: ampliar a 50 epochas (justificado).**
- Motivos: no hay overfitting claro, la loss de validacion sigue bajando, y la precision espacial ( mAP@0.5:0.95 ) sigue limitada.

- Impacto esperado: mejora **moderada** (no milagrosa), especialmente en localizacion y estabilidad de metricas por clase.

Plan academico propuesto para la corrida de 50 epochas:

- Entrenar: `python yolov5/train.py --img 640 --batch 8 --epochs 50 --data dataset_final/custom_data.yaml --weights yolov5s.pt --cache --project yolov5/runs_academic --name actividad1_50e --exist-ok`
- Validar en configuracion fija ( `batch=16` , semilla fija) y guardar log textual.
- Comparar 10e vs 50e en tabla unica: P, R, mAP50, mAP50-95 global + por clase.
- Actualizar automaticamente notebook y PDF con rutas nuevas ( `actividad1_50e` , `val_actividad1_50e` ) sin modificar resultados historicos.

Criterio de cierre:

- Si 50 epochas no mejora al menos la clase critica ( `Persona_Sin_Equipo` ) y `mAP@0.5:0.95` , la prioridad debe pasar de "mas epochas" a "mas y mejores datos".