

# **Detección del patrón mínimo repetible en telas utilizando los mapas de activación de las CNNs.**

---

**Autor: Vicente Gilabert Maño**  
**Tutora: Elena Garcés García**

**Máster Universitario en Visión Artificial**  
**Curso 2022/2023**

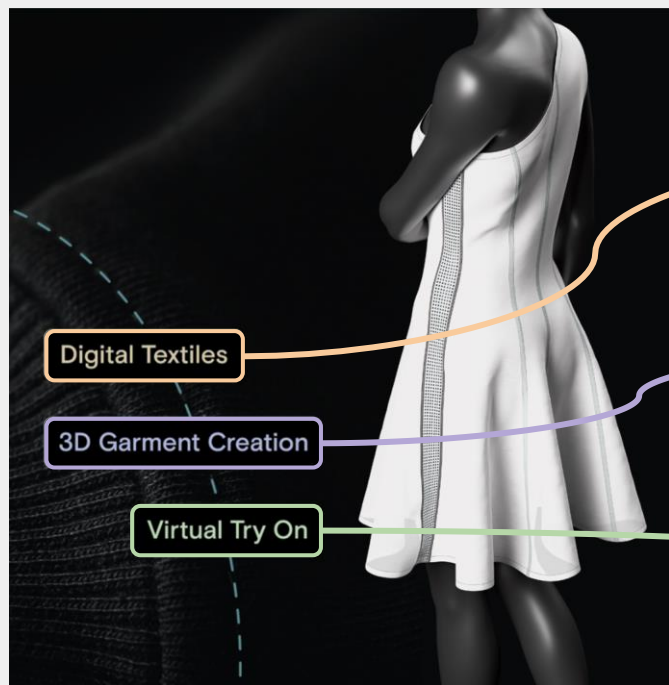
# Contenido

1. Introducción
  2. Método propuesto
  3. Experimentos y resultados
  4. Tiempos de ejecución
  5. Auto-tiling demo
  6. Conclusiones y trabajos futuros
-

# 1. Introducción

---

Digitalizar la industria textil.



SEDDI  
**Textura**

SEDDI  
**Author**

SEDDI  
**FitRoom**

Fabricas  
textiles

Diseñadores  
de ropa

Tiendas  
y  
Compradores  
finales

## *Minimum repeatable tile (mrt)*

Problema  
abierto y difícil  
de resolver en el  
área de síntesis  
de texturas.

Reducción de  
memoria, menor  
tiempo de  
renderizado.

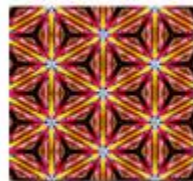
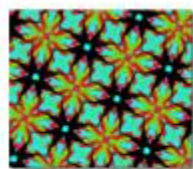
Parte mínima  
necesaria de una  
textura (tela) para  
que pueda repetirse  
infinitamente.

Sin distorsiones  
ni costuras.



# Problema y motivación

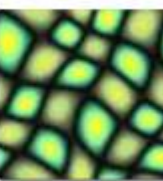
## 1. Introducción



regular



near-regular



irregular



near-stochastic

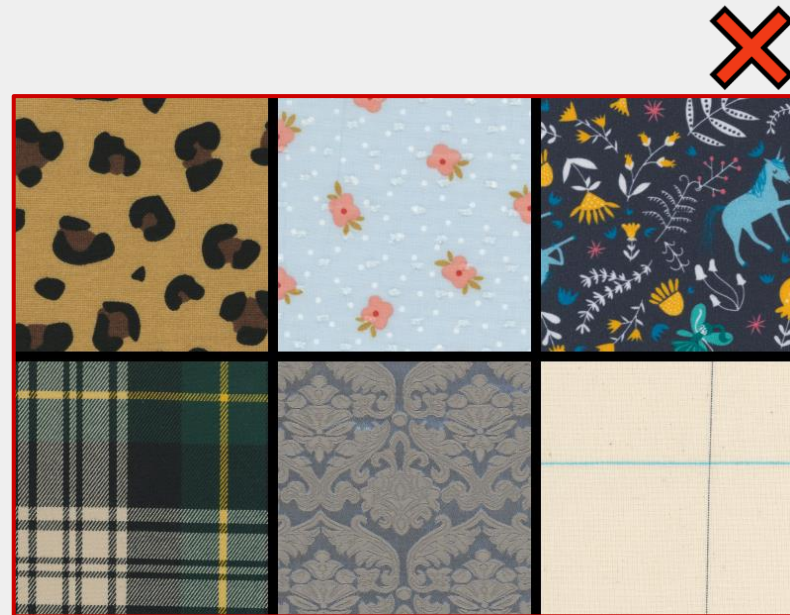


stochastic



Selección de telas con patrones repetitivos del dataset de SEDDI.

Imágenes utilizadas → 133 RGB (escaneadas).



2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision

## Repeated Pattern Detection using CNN activations

Louis Lettry<sup>1</sup>, Michal Perdoch<sup>1</sup>, Kenneth Vanhoey<sup>1</sup>, and Luc Van Gool<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Computer Vision Laboratory, ETH Zürich, 8092 Zürich, Switzerland,

<sup>2</sup>KU Leuven, PSI, Kasteelpark Arenberg, 3001 Leuven, Belgium

{lettryl, vanhoey, mperdoch, vangool}@vision.ee.ethz.ch

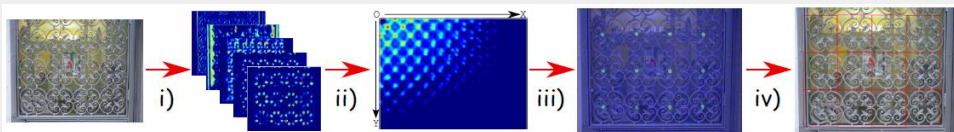


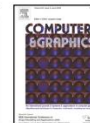
Figure 1. Illustration of our pipeline. i) An image is run through the convolutional filters of a CNN, producing activations that peak at repetitive locations at several scales. ii) A voting scheme defines the most consistent displacement vector on strong activations in the Hough voting space. iii) An Implicit Pattern Model representing the tile is computed and correctly aligned to the repetitions. iv) Instances of repetitive tiles are detected and produce the layout of the grid.

# SEDDI

Contents lists available at ScienceDirect

Computers & Graphics (Pre-print)

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/cag](http://www.elsevier.com/locate/cag)



## Automatic Extraction and Synthesis of Regular Repeatable Patterns

Carlos Rodriguez-Pardo<sup>1,1,\*</sup>, Sergio Suja<sup>1,1</sup>, David Pascual<sup>1,1</sup>, Jorge Lopez-Moreno<sup>1,1</sup>, Elena Garces<sup>1,2,\*</sup>

### ARTICLE INFO

Article history:  
Received July 11, 2019

Keywords: Computers and Graphics, Computer vision, Image representations, Interest point and salient region detection, Shape inference, Machine Learning

### ABSTRACT

Textures made of regular repeating patterns are ubiquitous in the real world, most notably in man-made environments. They are defined by the presence of a repeating element, which can show a significant amount of random variations, non-rigid deformations or color noise. We propose an end-to-end pipeline capable of finding the size of the minimal repeating pattern in single images, as well as obtaining the single repetition that, when tiled, produces the most similar synthesis to the complete image. We do this by combining state-of-the-art algorithms in image transformations, repeating pattern detection, image stitching and deep perceptual losses. Additionally, we show how our pipeline can find the minimal color pattern in woven fabrics, which can be useful for both surface-based render methods and computer vision tasks in the textile domain.

© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

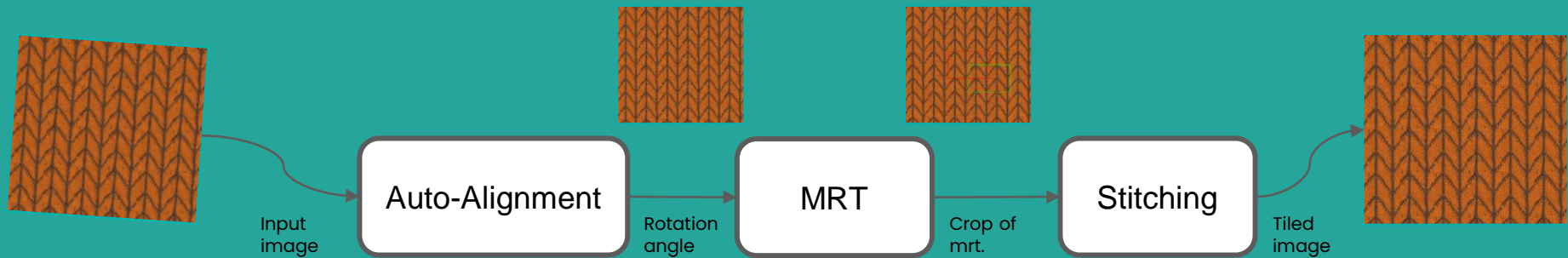


## 2. Método propuesto

---

Se ha propuesto un algoritmo para obtener el mrt con tres etapas:

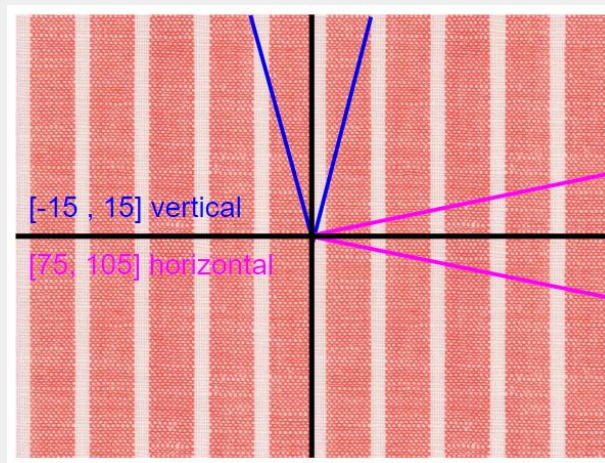
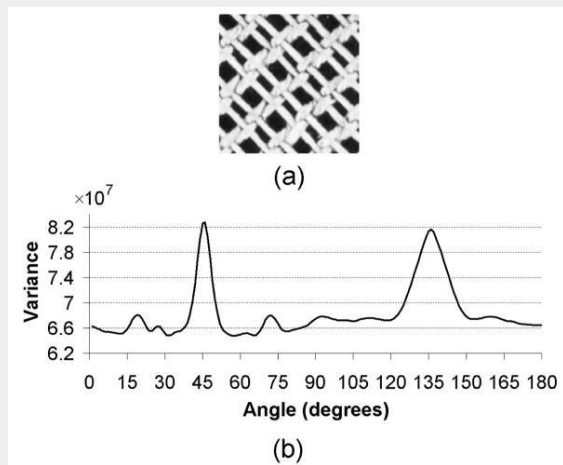
- Auto-alignment.
  - Detección del ángulo de rotación para corregir la imagen de entrada.
- **Detección del *minimum repeatable tile (mrt)*.**
  - Detectar el recorte mrt.
- Stitching.
  - Corrección del recorte mrt para tratar de evitar costuras (distorsiones) en la imagen *tileada*.



# 2.1. Auto-alignment

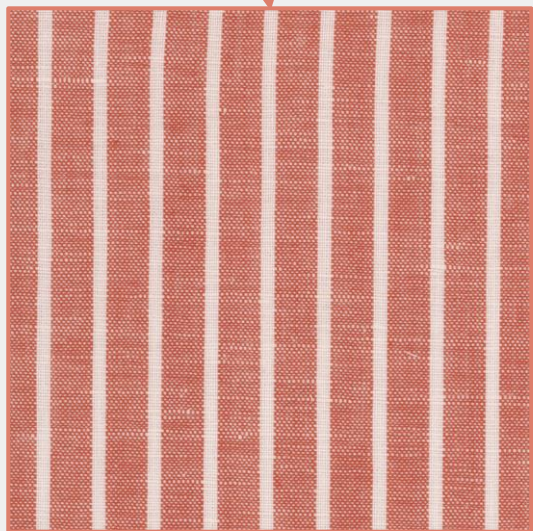
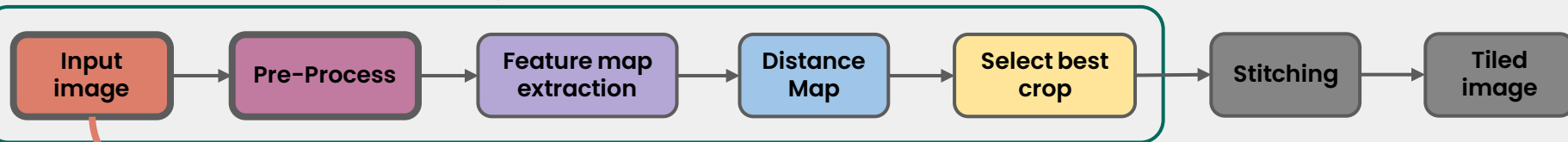
## Pasos:

- Filtro laplaciano.
- Transformada de radon 2D en diferentes angulos (-15, 15 y 75, 105).
- Seleccionar el ángulo con una mayor varianza.
- Aplicar matriz de transformación con el ángulo seleccionado.



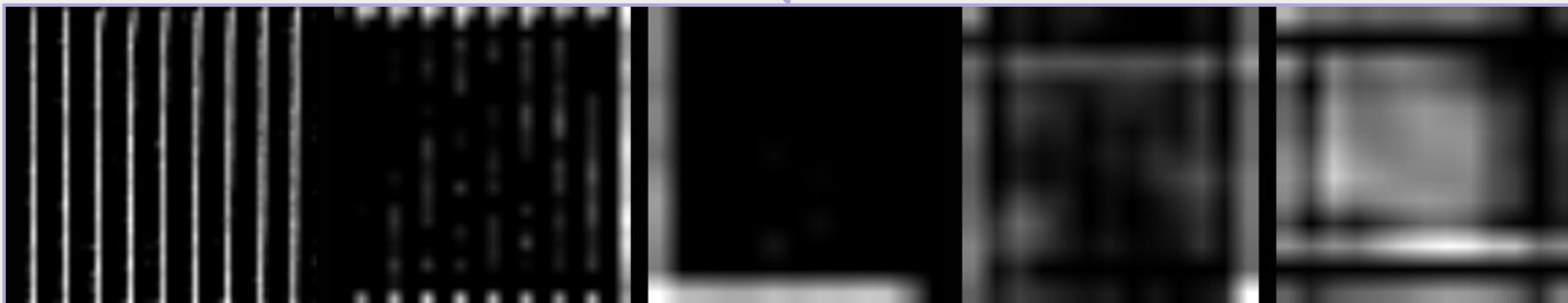
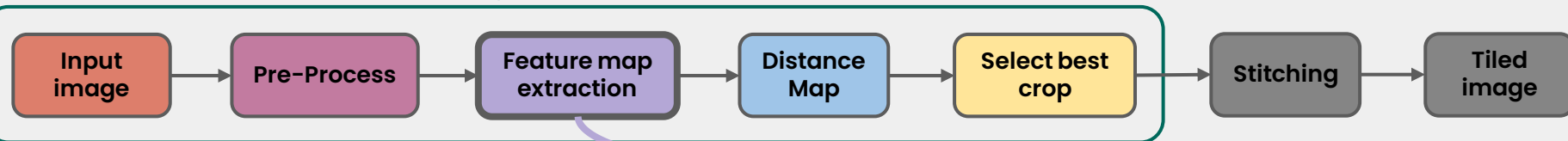
## 2.2. MRT

### Algoritmo MRT



## 2.2. MRT

### Algoritmo MRT

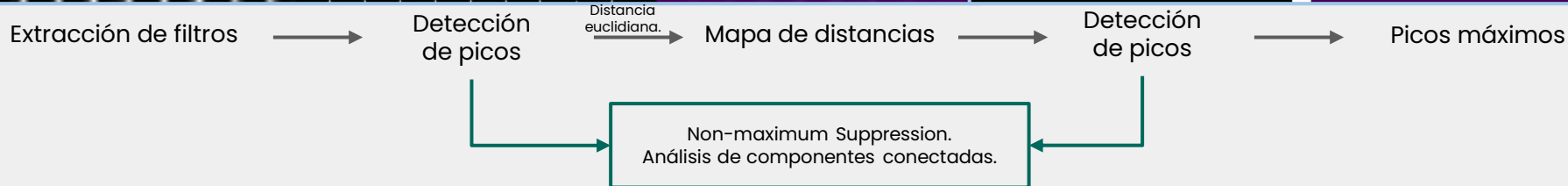
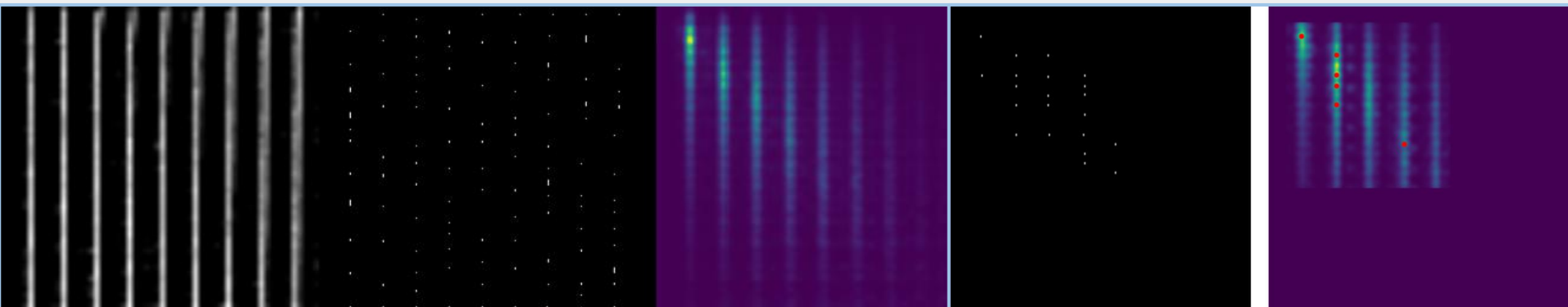
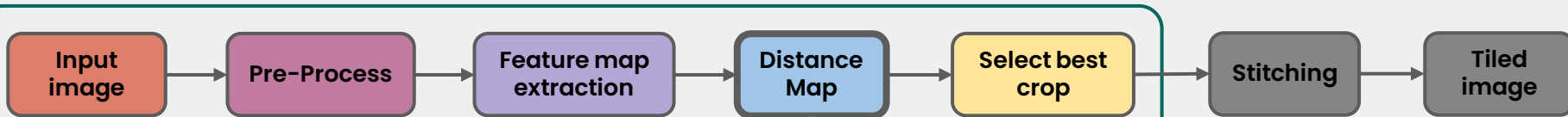


Extracción de los filtros (mapas de activación) de las CNNs. → AlexNet pre-entrenada con ImageNET. Ejemplo aleatorio por capa.



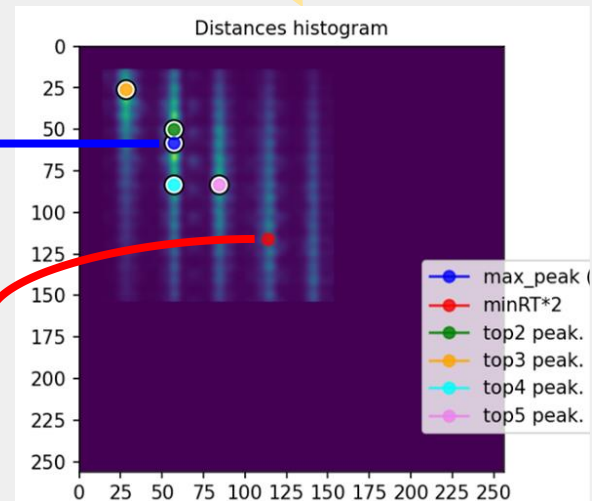
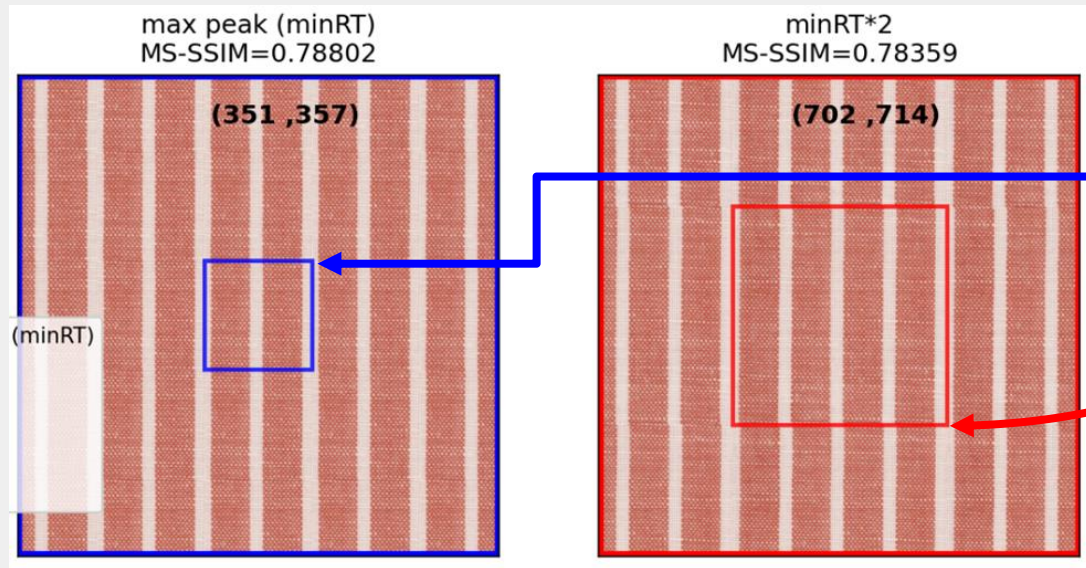
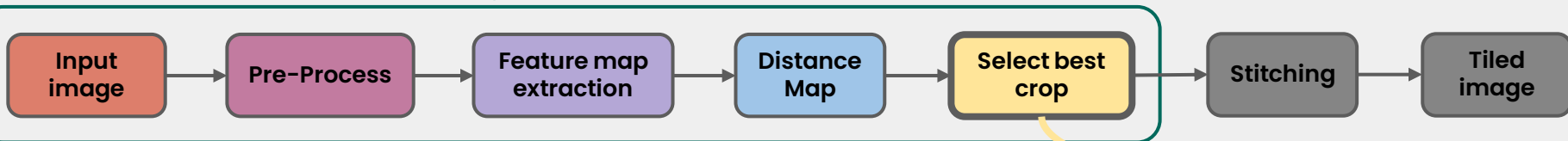
## 2.2. MRT

### Algoritmo MRT



## 2.2. MRT

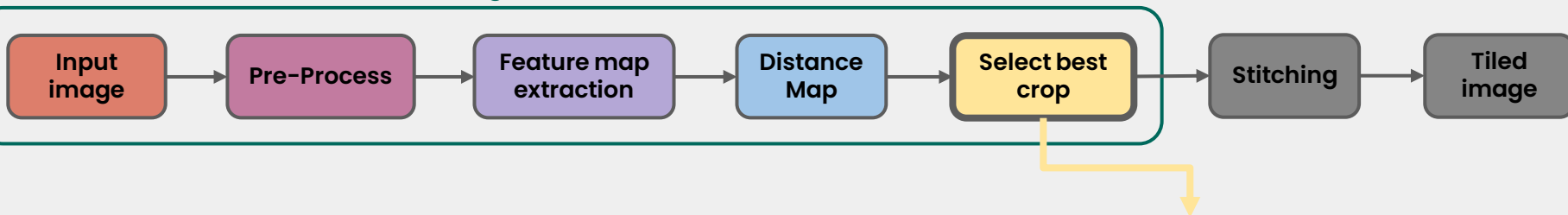
### Algoritmo MRT



## 2.2. MRT

## 2. Método propuesto

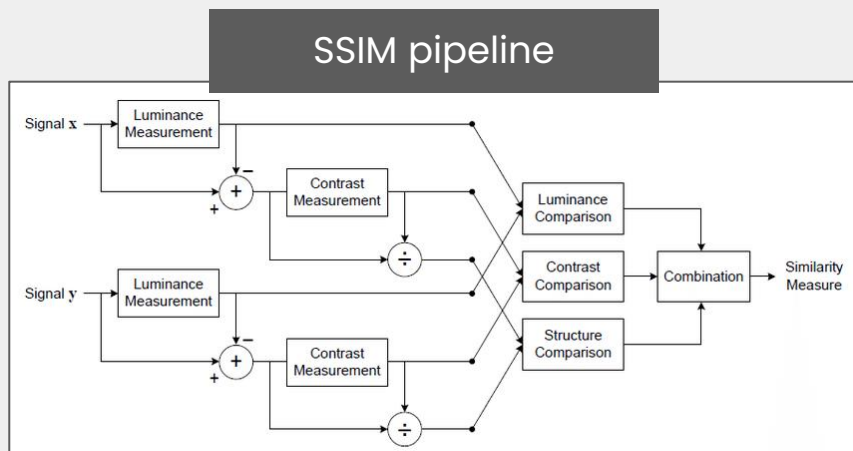
### Algoritmo MRT



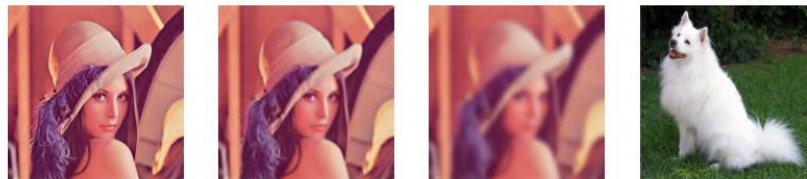
### MS-SSIM

Multi-Scale Structural Similarity Index Measure.

Se obtiene la similitud comparando luminancia, contraste y estructura a diferentes escalas.

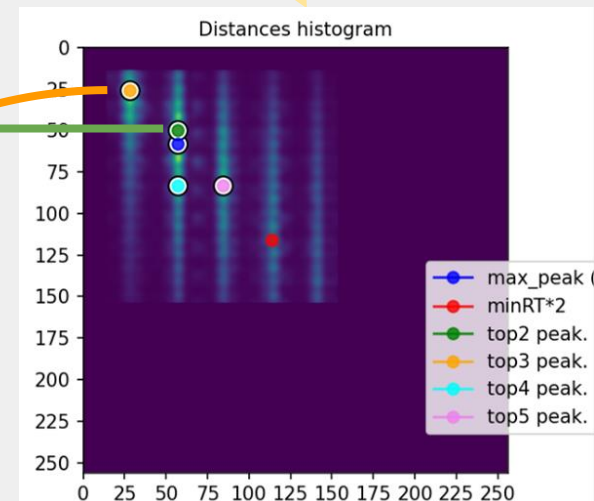
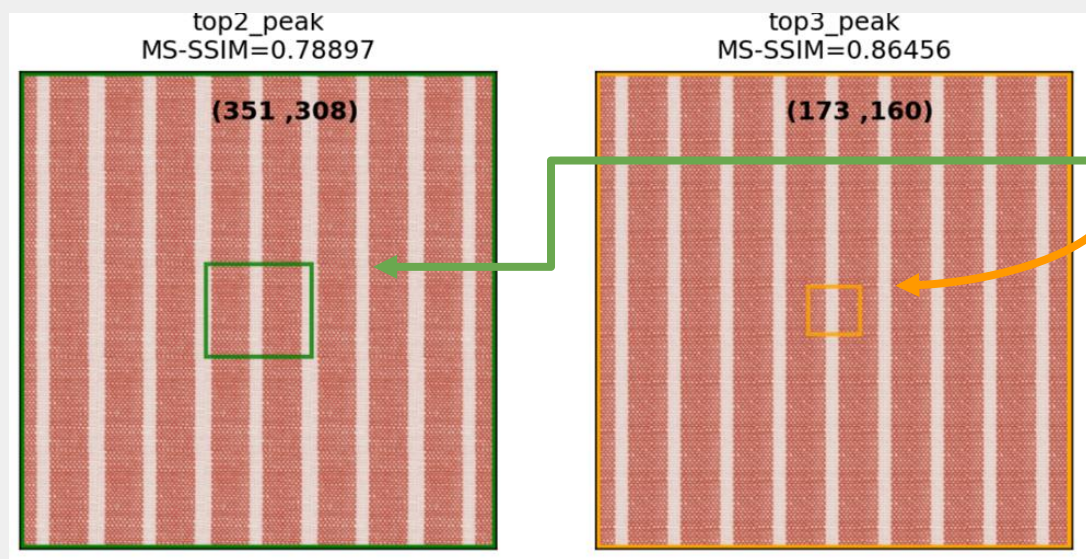
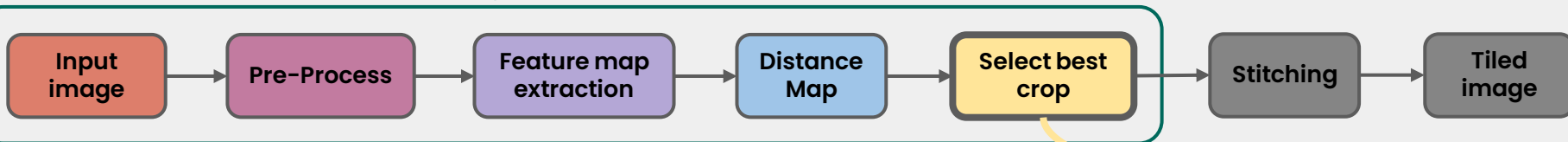


X = Original image    Y = GaussianBLur (5)    Z = GaussianBLur (21)    Q = imageNet image  
MS-SSIM (X,Y): 0.97    MS-SSIM (X,Z): 0.78    MS-SSIM (X,Q): 0.0



## 2.2. MRT

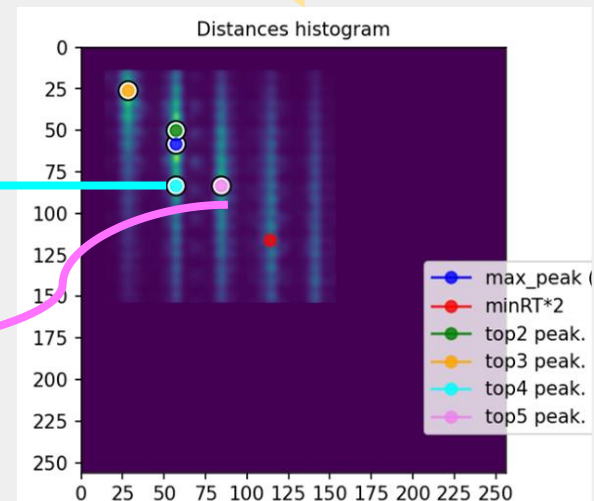
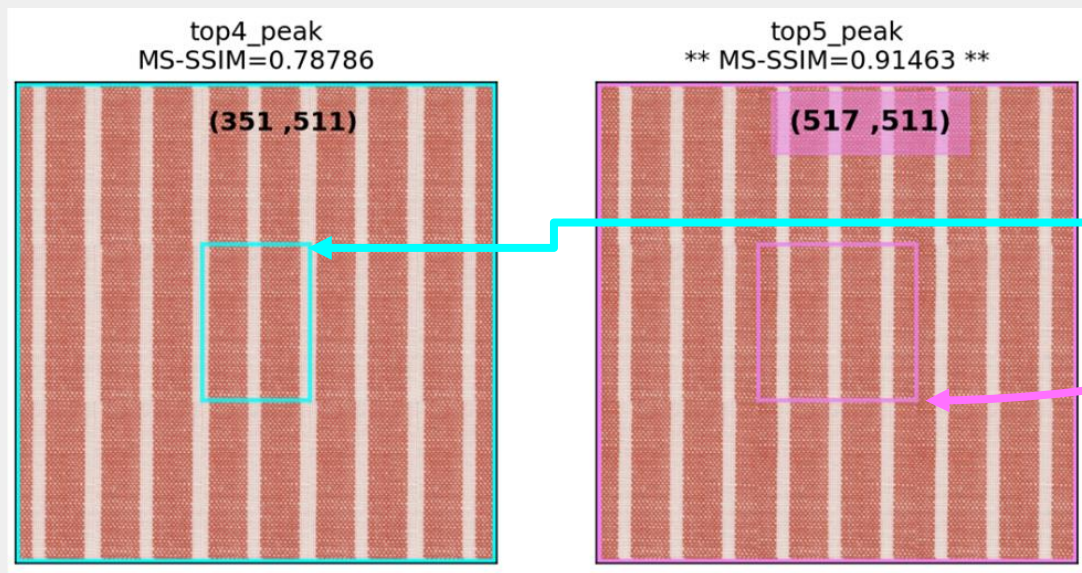
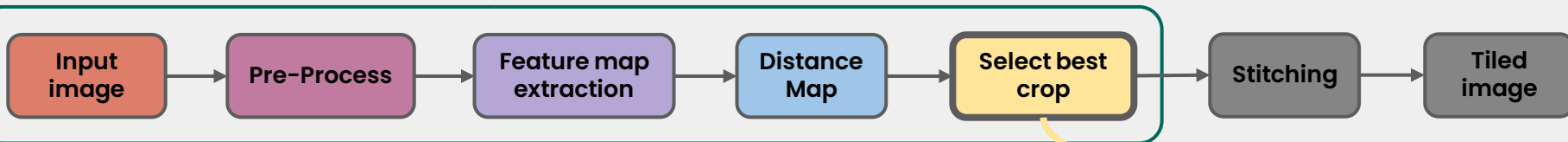
### Algoritmo MRT





## 2.2. MRT

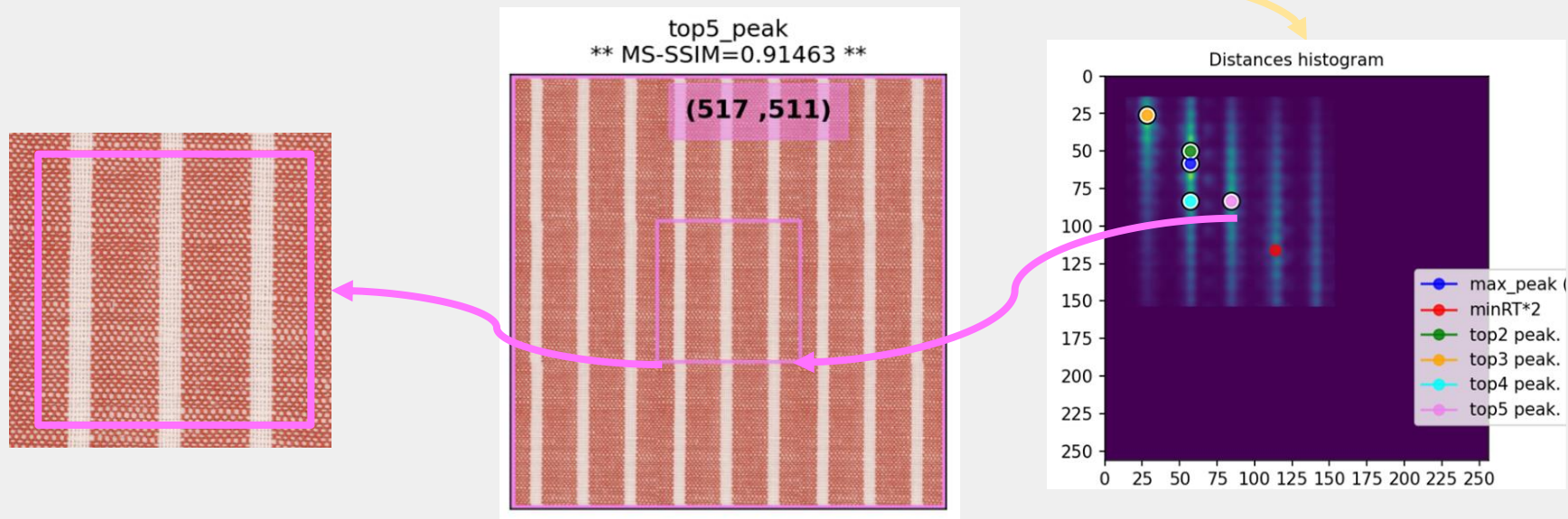
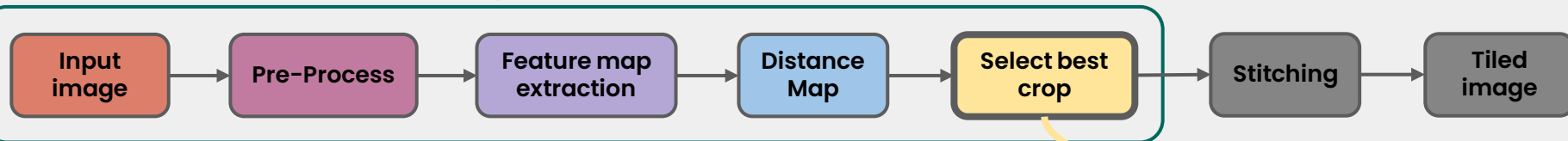
### Algoritmo MRT





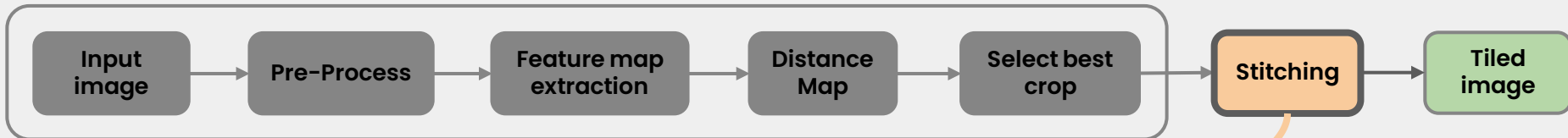
## 2.2. MRT

### Algoritmo MRT



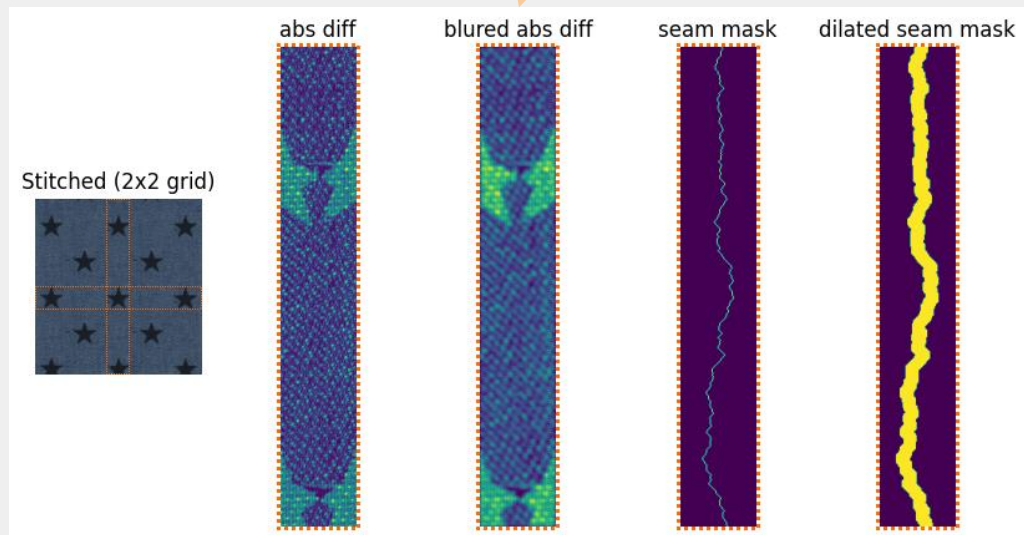
## 2.3. Stitching

### Algoritmo MRT

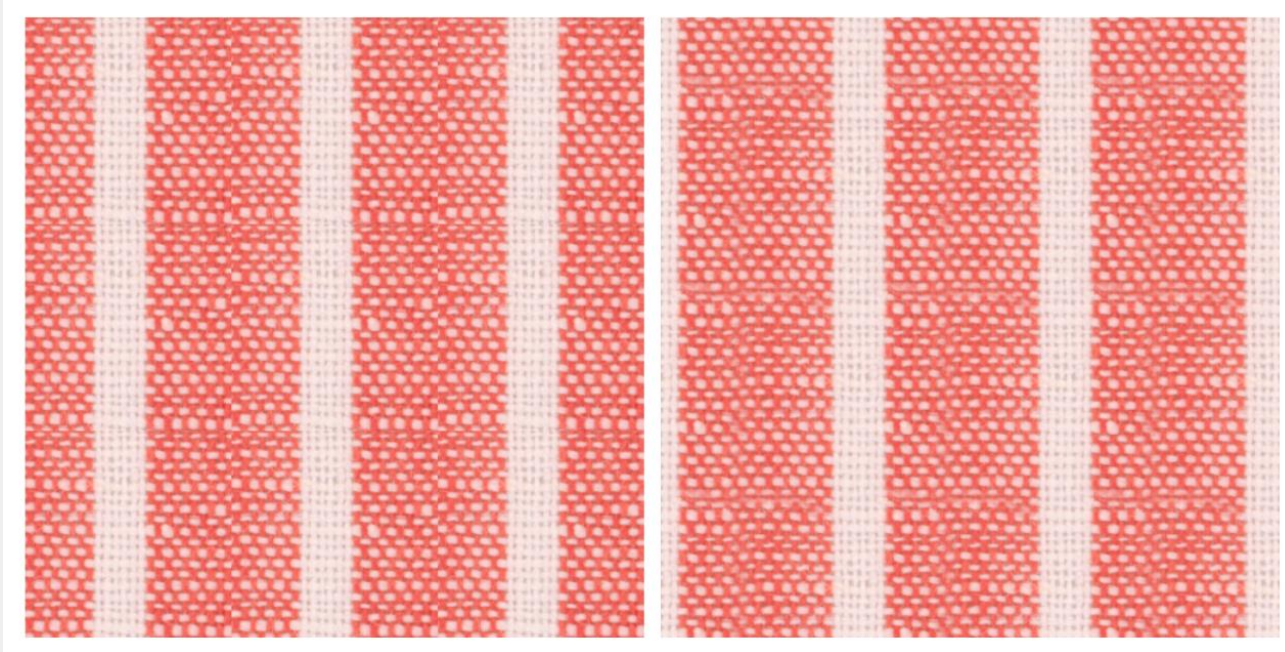


#### Pasos:

- Repetir el *mrt crop* con solape 2x2 veces.
- Calcular la diferencia absoluta en el área de solape.
- Filtro gaussiano.
- Obtener la costura de mínima energía → seam carving.
- Dilatar la máscara y aplicar blending.



## 2.3. Stitching

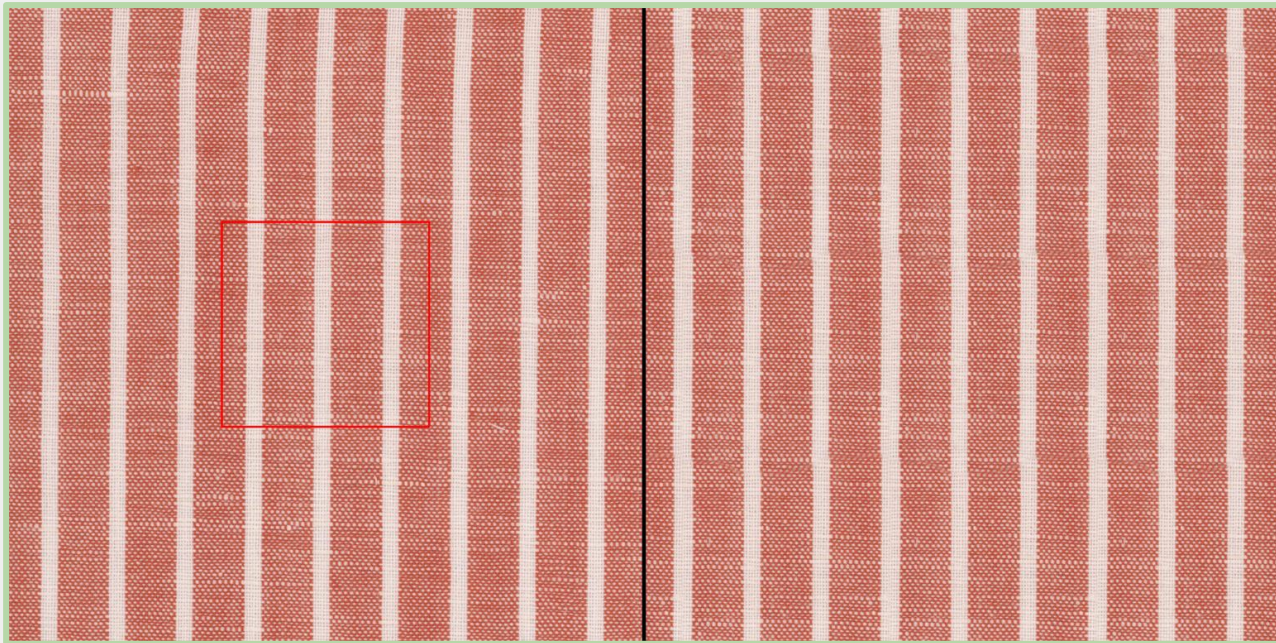
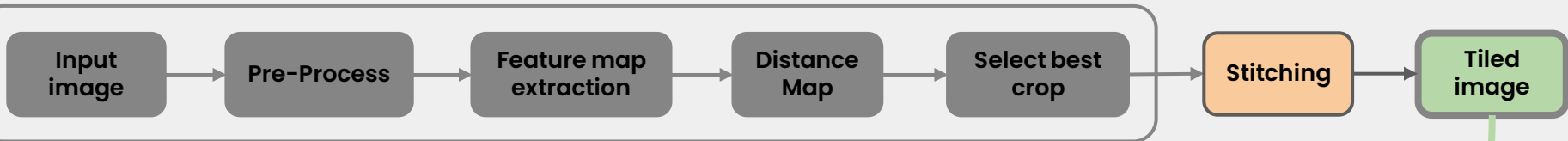




# Resultado final

2. Método propuesto

## Algoritmo MRT



# 3. Experimentos y resultados

---

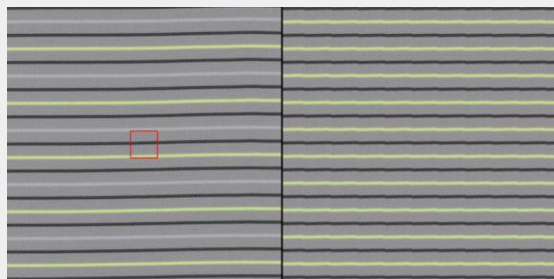


¿Cómo evaluamos el resultado final?

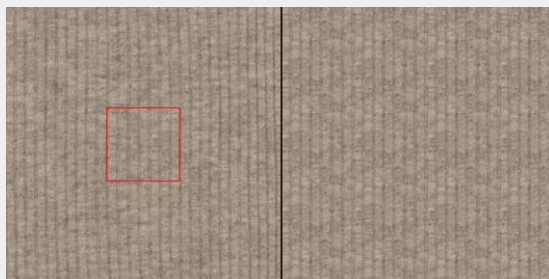
- **MS-SSIM(original, *tileada*)**  $\rightarrow [0, 1]$   $\rightarrow$  cuanto más cerca de 1, mayor similitud.

Problema  $\rightarrow$  Falsos positivos y negativos.

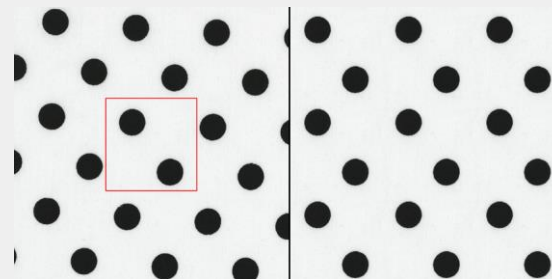
- Resultado no tileable
- Resultado tileable  $\rightarrow$  Poca representación de colores.



0.88



0.64



0.51

Algorithm	Success rate (%)	Error rate (%)
Auto-tiling	55	45
MRT	-	15
Other	-	30

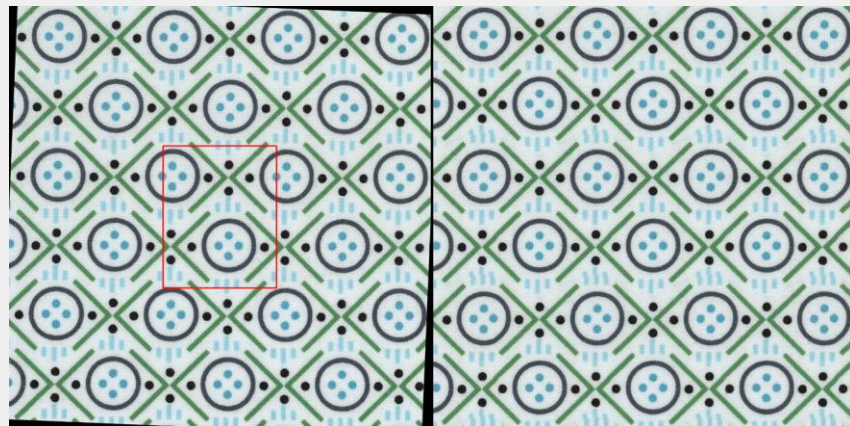
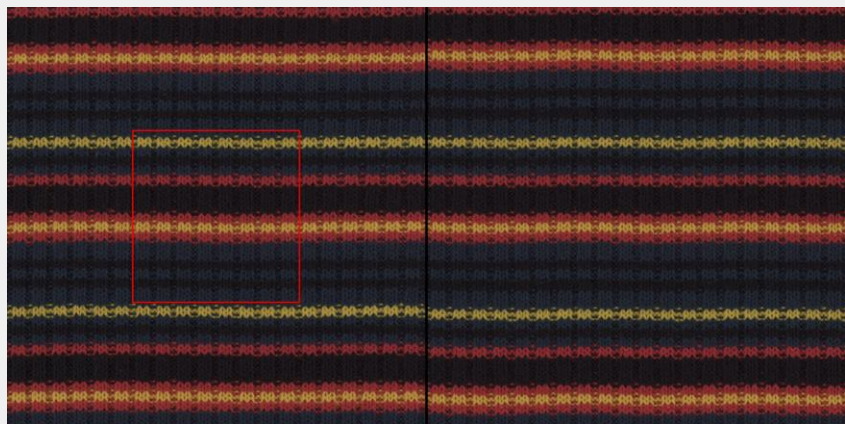
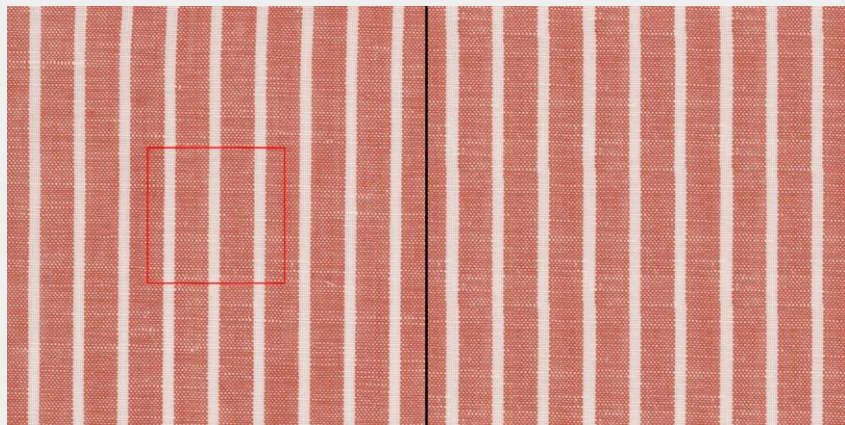
Revisión manual

	MS-SSIM	After manual review
threshold	Success rate (%)	Success rate (%)
0.6	89.5	59.4
0.7	78.9	59.4
0.8	63.9	54.8

Resultados MS-SSIM con revisión manual

# Resultados cualitativos

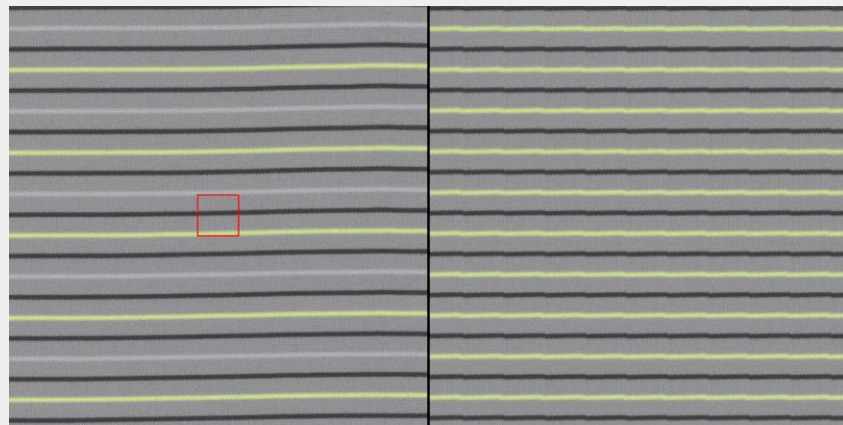
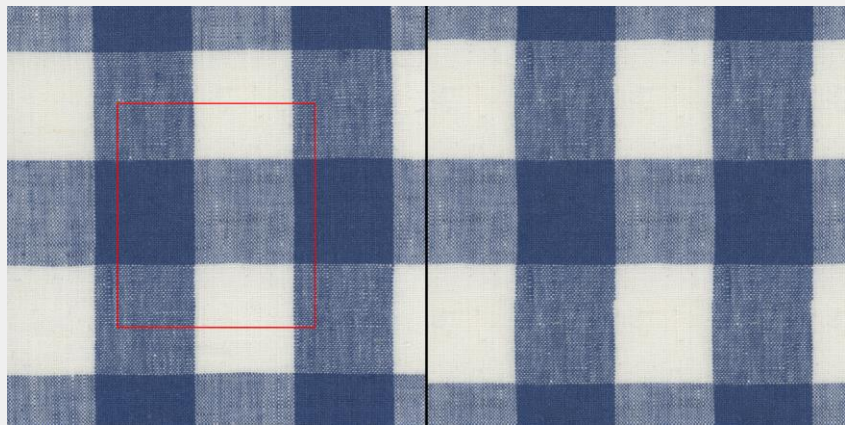
## 4. Resultados





# Resultados cualitativos ✖

## 4. Resultados

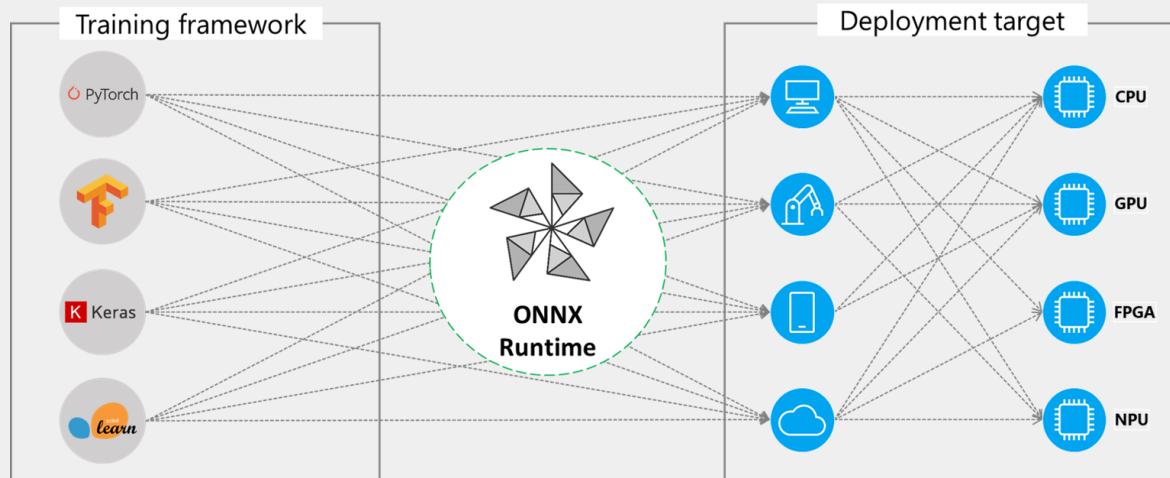


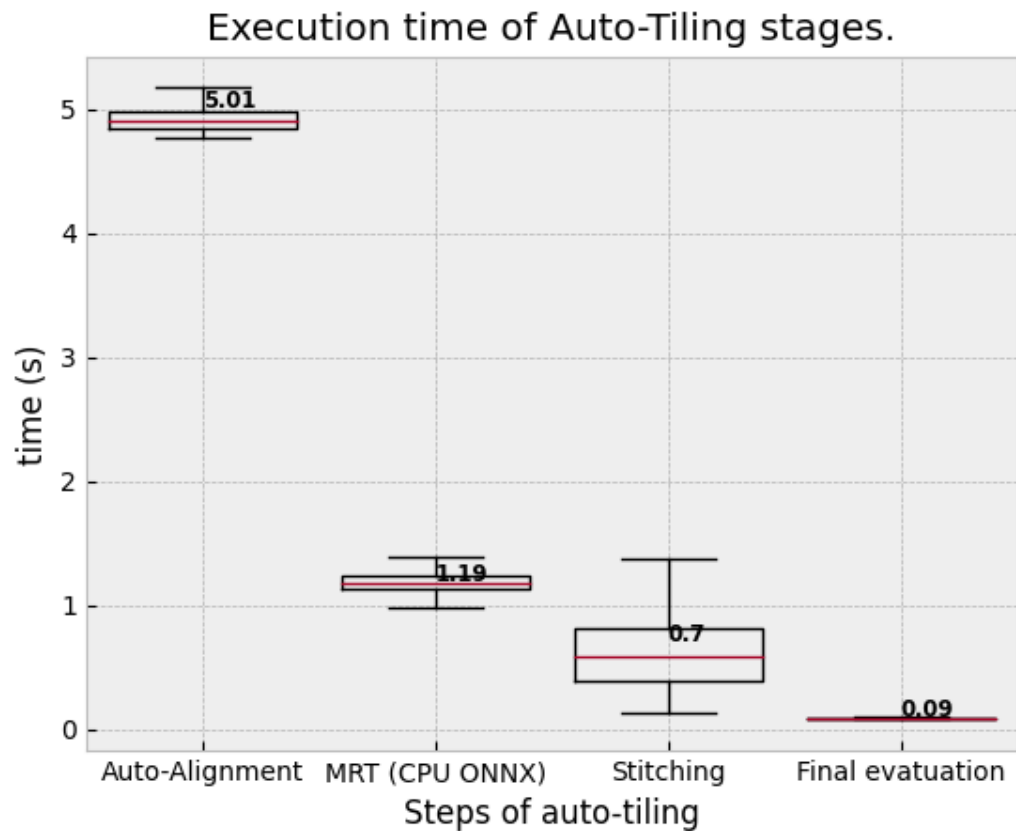
## 4. Tiempos de ejecución

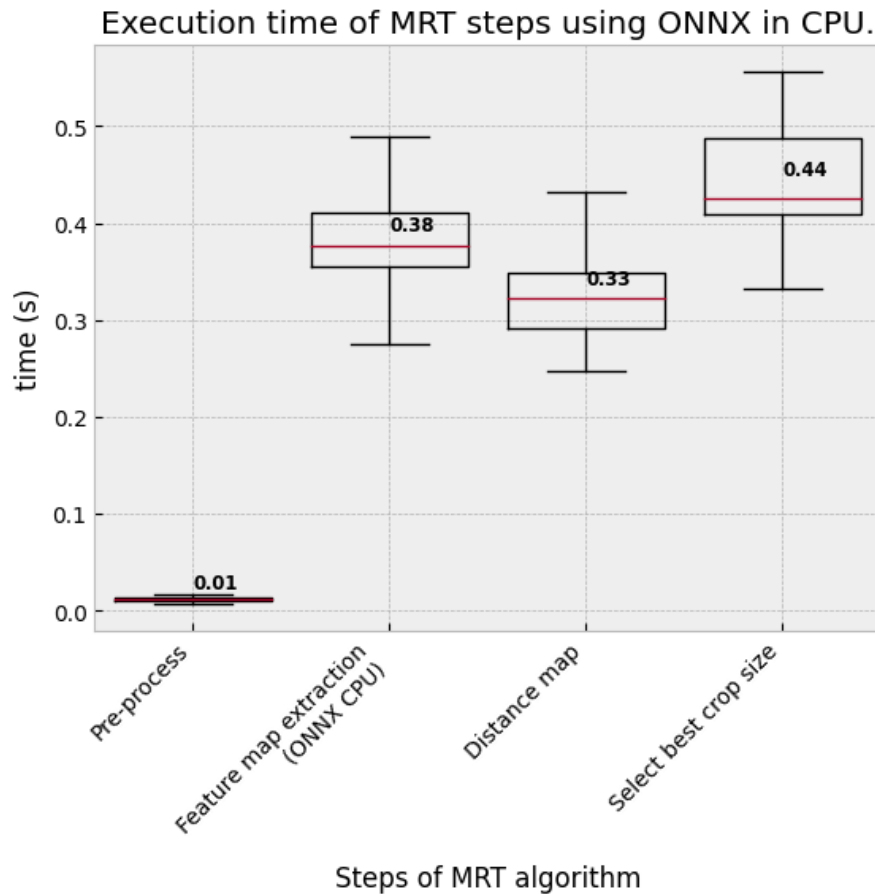
---



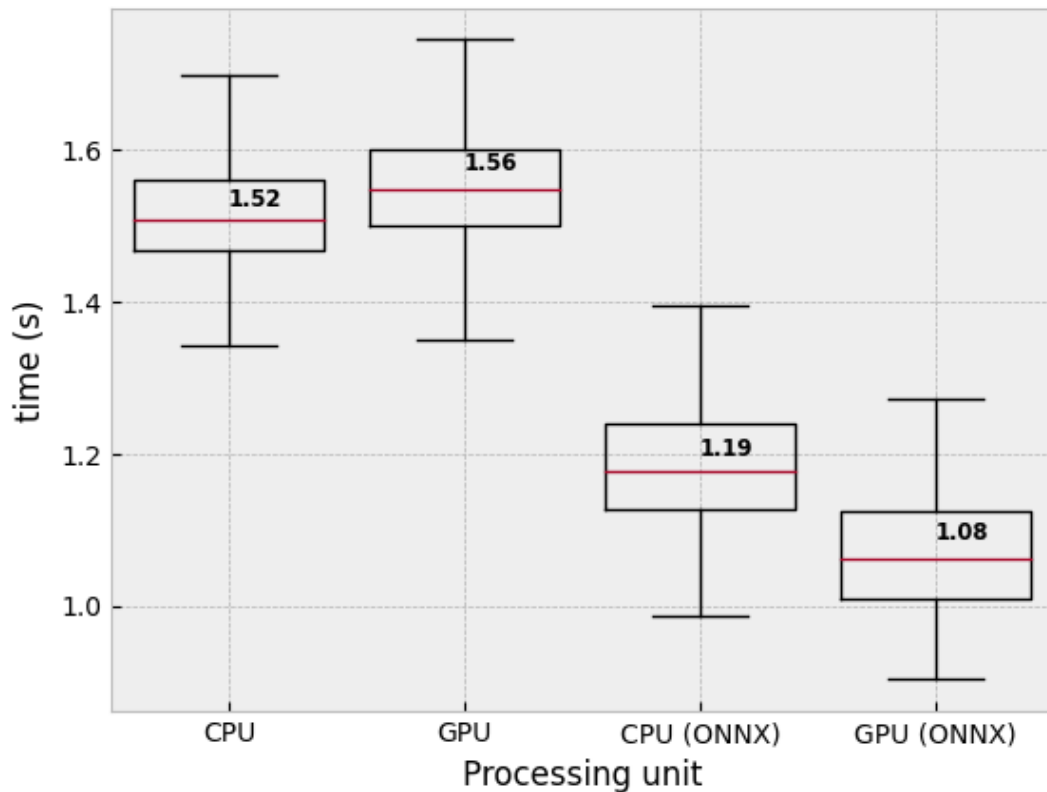
- **ONNX** → Formato de código abierto para modelos de IA.
  - Interoperabilidad entre plataformas (pytorch, tensorflow, etc.)
- **ONNX Runtime** → acelerador de modelos de IA multiplataforma.
  - Optimizado para inferencia en diferentes dispositivos (CPU, GPU y dispositivos edge)
  - Permite inferencia en diferentes lenguajes (Python, JS, Java, C++, C, C#, etc ).







Execution time of MRT algorithm using different devices.

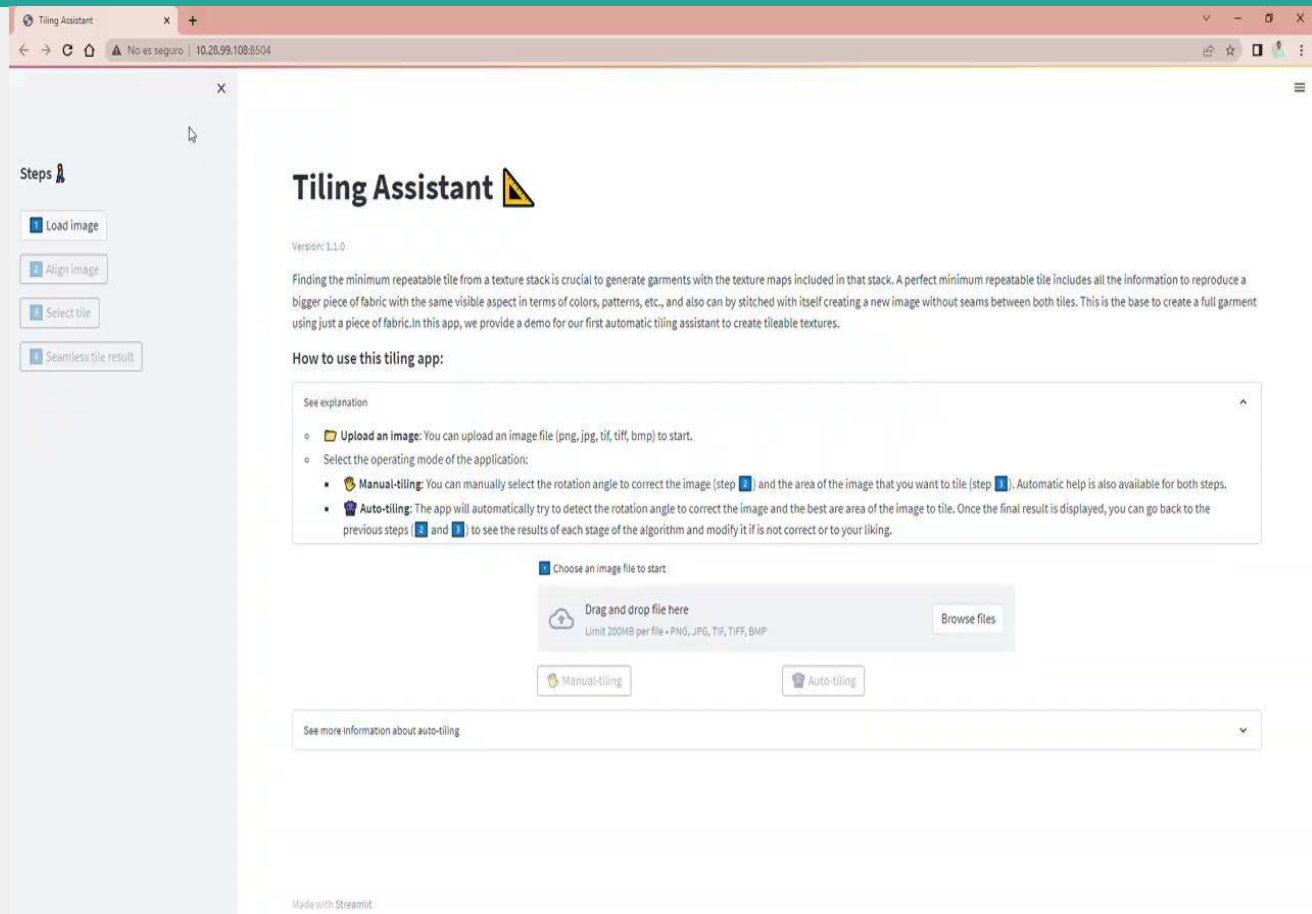


## 5. Auto-tiling demo

---

### Tools:

- Python
- Streamlit
- ONNX
- Docker





## 6. Conclusiones y trabajos futuros.

---

# Conclusiones

- Revisión estado del arte.
- Optimización del algoritmo.
- Pruebas del algoritmo en diferentes dispositivos y librerías.
- Resultados muy prometedores para su uso en el mundo real.
  - MRT error  $\rightarrow 15 \%$
  - MRT (segundos)  $\rightarrow \pm 1.2$
- Creación y despliegue de la demo para el *testeo* del algoritmo.

## Trabajos futuros

- Auto-alignment.
- Re-entrenar AlexNet con telas.
- Investigar con modelos más avanzados → Diffusion models.
- Estudiar la migración completa al frontend.

# ¡Gracias!

SEDDI

**Autor: Vicente Gilabert Maño**  
**Tutora: Elena Garcés García**



**Máster Universitario en Visión Artificial**  
**Curso 2022/2023**