



**24 de noviembre de 2025**

# **Ingeniería de la Calidad**

**Estudiante:**

**Lesly Pascal**

**Jenifer Guamalamá**

**Kelly Anrango**

**Docente:**

**PhD. Luis Alpala**

## Maqueta a Escala

### 1. Introducción

En el marco del proyecto académico “Sistema Integrado de Ingeniería de Calidad 4.0 para Patio de Contenedores mediante Simulación Digital”, se desarrolló una maqueta física a escala 1:200 del puerto marítimo y con respecto a nuestro proyecto el patio de un terminal portuario genérico. Este modelo físico sirve como herramienta pedagógica y de validación para integrar normativas ISO, tecnologías 4.0 y metodologías de mejora continua en operaciones logísticas reales.

Este informe detalla el aporte de nuestro trabajo en la construcción y acabado de la maqueta, así como la evidencia del proceso de montaje y la aplicación del flujo logístico dentro del laboratorio.

### 2. APORTE PERSONAL AL PROYECTO

Durante la fase de construcción de la maqueta, se asumieron las siguientes responsabilidades:

#### 2.1. Diseño y planificación del layout

Elaboración del plano 2D del patio de contenedores utilizando herramientas, aplicando las disposiciones estándar de un terminal portuario: muelle, zonas de almacenamiento por bloques (A-E), vías de acceso terrestre, áreas de inspección y casetas de control.

Validación del diseño con base en buenas prácticas internacionales (OMI, 2023) y datos operativos del Puerto en general.

#### 2.2. Grúa Pórtica 3D

- Diseño CAD:** Modelado completo en [Fusion] basado en grúas Ship-to-Shore (STS) reales
- Impresión 3D:** Fabricación con filamento de fibra [policarbonato], [24] horas, [5] componentes
- Especificaciones:** Escala 1:[200], altura [50]cm, incluye base, piernas, viga, trolley y spreader
- Acabado:** Post-procesamiento, lijado y montaje.

### 3. DISTRIBUCIÓN SECTORIAL Y SISTEMA DE BLOQUES

#### 3.1. Sectores Principales Implementados

Sector	Superficie	Función	Señalización	
Muelle	9,600 m <sup>2</sup>	Atraque de buques	Etiqueta "MUELLE"	+
Descarga	14,400 m <sup>2</sup>	Operación de grúas STS	Etiqueta "DESCARGA"	+
Patio	44,800 m <sup>2</sup>	Almacenamiento clasificado	Etiqueta "PATIO DE CONTENEDORES"	DE + capacidad

#### 3.2. Sistema de Bloques en Patio de Contenedores

Bloque	Capacidad	Tipo de Carga	Color Cinta	Señalización
A	27 posiciones	Contenedores 20 pies	Amarillo punteado	Papel: "BLOQUE A - 27 posiciones - Contenedores de 20 pies"
B	20 posiciones	Peligrosos IMO	Amarillo punteado	Papel: "BLOQUE B - 20 posiciones - Contenedores Peligrosos IMO"
C	6 posiciones	Refrigerados	Amarillo punteado	Papel: "BLOQUE C - 6 posiciones - Contenedores Refrigerados"
D-E-F- G-H	Variable	Especialidades mixtas	Blanco	Papel: "BLOQUES D, E, F, G, H - Especialidades" + tipos
G	18 posiciones	Contenedores 40 pies	Gris punteado	Papel: "BLOQUE G - 18 posiciones - Contenedores de 40 pies"
H	36 posiciones	Contenedores 40 pies	Gris punteado	Papel: "BLOQUE H - 36 posiciones - Contenedores de 40 pies"
I	18 posiciones	Contenedores 40 HC	Gris punteado	Papel: "BLOQUE I - 18 posiciones - Contenedores 40 High Cube"
J	Variable	Import/Export	Amarillo punteado	Papel: "BLOQUE J - Importación/Exportación"

### 4. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

#### 4.1. Diseño Digital

**Grúa:** Investigación de grúas STS reales, modelado 3D completo

**Layout:** Diseño del plano portuario con distribución funcional Mar → Muelle → Descarga → Patio

**Señalética:** Diseño de etiquetas impresas con nombres, capacidades y tipos de carga por bloque

#### 4.2. Fabricación

**Grúa:** Impresión 3D

**Señalización:** Impresión en papel de [Cartulina] etiquetas identificativas (nombres de sectores, bloques, capacidades, tipos de contenedores)

**Cintas:** Preparación de cintas adhesivas de colores (amarillo, gris, blanco)

#### 4.3. Acabado

**Grúa:** Limpieza, lijado, ensamblaje con adhesivo,

**Señalética:** Recorte preciso de etiquetas, plastificado/laminado para protección

#### 4.4. Montaje en Laboratorio

**Secuencia de instalación:**

- **Base del piso:** Preparación y limpieza de superficie de maqueta
- **Instalación de grúas:** Montaje de 1 grúa pórtica en zona de descarga sobre rieles
- **Demarcación con cintas en piso:**
  - Cinta amarilla: Delimitación de bloques A, B, C, J
  - Cinta gris: Delimitación de bloques G, H, I
  - Cinta blanca: Delimitación de bloque D-E-F-G-H y líneas de tráfico
- **Aplicación de señalización impresa:**
  - Etiquetas de sectores principales: "MUELLE 9,600 m<sup>2</sup>", "DESCARGA 14,400 m<sup>2</sup>", "PATIO DE CONTENEDORES 44,800 m<sup>2</sup>"
  - Etiquetas de identificación de bloques (A-J) con capacidad y tipo de carga
  - Señales operativas: direcciones, zonas de seguridad, puntos de control

## 5. MATERIALES Y PROCESO DE SEÑALÉTICA

### a. Materiales Utilizados

Componente	Material	Uso
<b>GRÚA</b>		
Estructura	Filamento fibra [policarbonato]	Componentes 3D
Adhesivo	Cianoacrilato	Ensamblaje
<b>DEMARCACIÓN PISO</b>		
Bloques A,B,C,J	Cinta amarilla	Delimitación
Bloques G,H,I	Cinta gris	Delimitación
Bloque D-E-F-G-H	Cinta blanca	Delimitación
Líneas tráfico	Cinta blanca	Vías circulación
<b>SEÑALIZACIÓN</b>		
Etiquetas	Papel adhesivo	Nombres y datos
Protección	Laminado/plastificado	Durabilidad

### b. Proceso de Fabricación de Señalética

#### Diseño digital:

- Creación de etiquetas en [software: Word] con información clara
- Tipos de etiquetas: sectores principales, bloques, capacidades, tipos de contenedores, señales operativas
- Adaptación de tamaño a escala de maqueta

#### Impresión:

- Impresión de [20] etiquetas en papel
- Verificación de legibilidad a escala

#### Preparación:

- Recorte preciso de cada etiqueta
- Plastificado o laminado para protección contra manipulación
- Organización por zonas de instalación

#### Aplicación en maqueta:

- Marcado previo de posiciones estratégicas
- Instalación de cintas delimitadoras en piso
- Pegado de etiquetas de sectores principales (Muelle, Descarga, Patio)
- Colocación de etiquetas de bloques A-J con información técnica

- Aplicación de señales operativas complementarias

## 6. Calidad y Evidencia

### a. Calidad Estructural y Visual

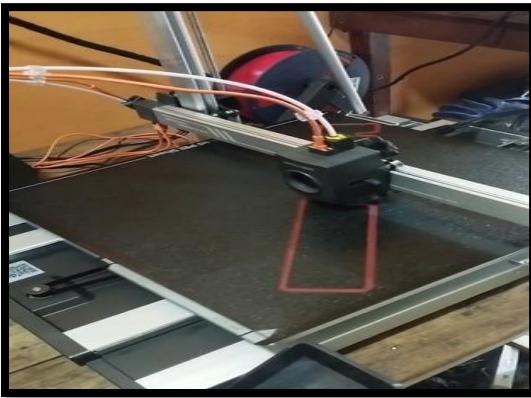
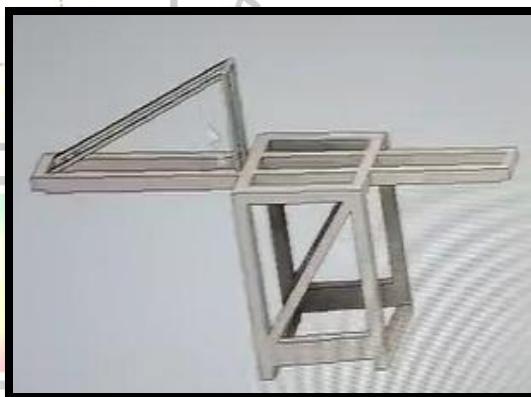
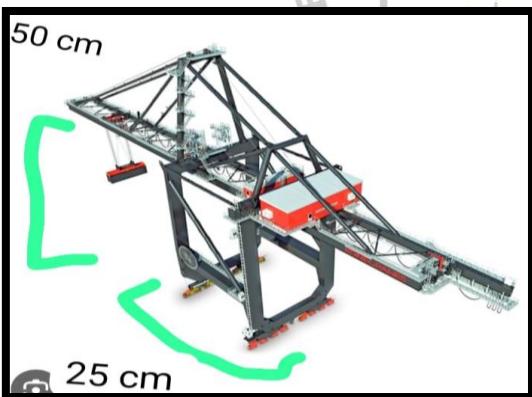
#### Grúa Pórtica:

- Estabilidad garantizada con base sólida sobre zona de descarga
- Proporciones reales a escala, filamento de fibra de alta resistencia
- Acabado profesional: lijado fino, pintura detallada, barniz protector
- Detalles realistas: trolley móvil, spreader, cabina de operación

#### Señalética y Demarcación:

- Cintas correctamente alineadas delimitando bloques según plano
- Etiquetas legibles con información completa (nombre, capacidad, tipo)
- Laminado protector garantiza durabilidad
- Sistema coherente que facilita comprensión del flujo operativo

### b. Evidencia Fotográfica





## 7. Competencias Desarrolladas

**Técnicas:** Diseño CAD, impresión 3D, post-procesamiento, diseño gráfico, aplicación de materiales adhesivos

**Logísticas:** Planificación de proyecto, gestión de recursos, control de calidad, coordinación de equipo

**Específicas:** Operación portuaria, clasificación de contenedores, señalización industrial, flujos logísticos

## 8. Conclusión

Se completó exitosamente la fabricación de 1 grúa pórtica mediante impresión 3D con filamento de fibra de policarbonato y la implementación de un sistema integral de señalización portuaria. La demarcación con cintas de colores en el piso delimita claramente los 9 bloques especializados, mientras que las [20] etiquetas impresas identifican sectores, capacidades y tipos de carga, facilitando la comprensión del flujo operativo: Buque → Descarga con grúa → Almacenamiento clasificado en patio. El resultado presenta alta calidad estructural, visual y funcional, constituyendo el núcleo operativo de la maqueta con valor educativo y realismo técnico.

