



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la
Computación**

**APLICACIÓN WEB BASADA EN MODELOS PARA LA
GESTIÓN DE INFRAESTRUCTURAS VIRTUALES
MUTI-CONTENEDOR ENFOCADO A APLICACIONES
DE CIENCIA DE DATOS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación**

Autor:

Eduardo Sebastián Ordóñez Vivanco

Director:

Ing. Lenin Xavier Erazo Garzón, PhD

Cuenca – Ecuador

2025

DEDICATORIA

A mis padres, Franklin y Sandra, gracias por ser mis guías, por nunca dudar en mí, aprecio enormemente todos los sacrificios que han hecho para que yo llegara a este punto de mi vida. Gracias por su paciencia infinita y apoyo incondicional, todos mis logros siempre serán por y para ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mi tutor de titulación, Ing. Lenin Erazo, PhD., por su guía paciente y dedicación constante a través de este proceso de titulación. Su experiencia y retroalimentación en cada etapa permitieron que el presente trabajo de titulación resultara exitoso. A

la Ing. María Inés Acosta, aprecio enormemente su apoyo académico, su paciencia y su acompañamiento completo. A mi hermana, a la que aprecio con todo mi corazón. A mis grandes amigos y seres queridos, quienes siempre creyeron en mí, gracias por sus palabras, por su compañía, por siempre acompañarme en los momentos más fáciles y complejos, gracias por las risas y la alegría, a Esteban Lazo, Doménica, Ávila, Juan Peñaloza, Sebastián Pesantez, Justin Merchán, Stephanie Astudillo, Andrés Arias y a María Fernanda Villavicencio.

Índice de Contenidos

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
Índice de Contenidos	iii
Índice de Figuras	v
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Anexos	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo General	2
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
2. Marco Teórico y Estado del Arte	3
2.1 Marco Teórico.....	3
2.1.1 Ciencia de Datos como Servicio	3
2.1.2 Tecnología de Virtualización y Contenedores	3
2.2 Estado del Arte.....	5
3. Materiales y Métodos	10
3.1 Metodología	10
3.2 Herramientas	12
3.2.1 TypeScript	12
3.2.2 Node.js.....	13
3.2.3 ReactJS	13
3.2.4 OpenNebula.....	13
4. DSL DS-Container	14
4.1 Especificación de Requerimientos de Software.....	14
4.1.1 Introducción	14
4.1.2 Ámbito del Sistema	14
4.1.3 Requisitos Funcionales.....	14
4.1.3.1 Descripción de Actores/Usuarios	15
4.1.3.2 Descripción de Casos de Uso	15
4.1.4 Suposiciones y Dependencias	16

4.1.5 Requisitos No Funcionales.....	17
4.2 Arquitectura de la Aplicación	17
4.3 Diseño de la Base de Datos.....	20
4.4 Diseño de Interfaces.....	21
5. Estudio de Caso	22
5.2 Objetivos	23
5.2.1 Objetivo General	23
5.2.2 Objetivos Específicos.....	23
5.3 Preguntas de Investigación	23
5.4 Alcance y Limitaciones.....	23
5.5 Tipo de Estudio y Justificación.....	24
5.6 Unidad de Análisis y Contexto	24
5.7 Protocolo del Estudio.....	25
5.8 Fuentes de Datos y Técnicas de Recolección	25
5.9 Recolección y Descripción de Datos	26
5.9.1 Descripción de la Aplicación	26
5.9.2 Diseño, configuración e implementación de la infraestructura de contenedores en el DSL DS-Container	27
5.10 Métricas y Observaciones Cualitativas.....	29
5.10.1 Métricas.....	29
5.11 Análisis e Interpretación	30
5.11.1 Análisis Cualitativo	30
5.11.2 Análisis Cuantitativo	30
5.12 Resultados y Discusión.....	31
5.12.1 Validación mediante el estudio de caso	32
5.12.2 Trazabilidad y Coherencia Metodológica	32
5.12.3 Limitaciones y Tensiones.....	32
5.12.4 Contribuciones al Estado del Arte y Posicionamiento	33
5.12.5 Recomendaciones.....	33
6. Conclusiones y Trabajo Futuro	34
7. Referencias	36
8. Anexos.....	42

Índice de Figuras

Figura 1 Metodología de Investigación de Gorschek et al. (2006) adaptada al Ttrabajo de Titulación.....	11
Figura 2 Diagrama de Casos de Uso del DSL DS-Container.....	16
Figura 3 Arquitectura del DSL DS-Container.....	18
Figura 4 Diagrama del Diseño de la Base de Datos	20
Figura 5 Diagrama de la Arquitectura de la Aplicación de Transcripción de Audio	27

Índice de Tablas

Tabla 1	Tabla Comparativa acerca del Desempeño del DSL DS-Container.....	31
Tabla 2	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Clústeres	45
Tabla 3	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Servidores.....	46
Tabla 4	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Usuarios.....	47
Tabla 5	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Metodologías de Ciencias de Datos	48
Tabla 6	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Procesos Metodológicos de Ciencias de Datos	49
Tabla 7	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Contenedores	50
Tabla 8	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Aplicaciones	51
Tabla 9	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Volúmenes.....	52
Tabla 10	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Puertos.....	53
Tabla 11	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Variables de Entorno	54
Tabla 12	Descripción del Caso de Uso de la Gestión de Modelos de Infraestructura de Contenedores	55
Tabla 13	Descripción del Caso de Uso de la Creación de Artefactos de Software del Modelo de Infraestructura de Contenedores	57

Índice de Anexos

Anexo A Captura de Pantalla de un Fragmento del Formulario de Contenedores	42
Anexo B Captura de Pantalla de un Fragmento del Formulario de Metodologías.....	42
Anexo C Captura de Pantalla de un Fragmento del Formulario de la Página de Inicio de Sesión	43
Anexo D Captura de Pantalla del Menú de Bienvenida de la Aplicación Web	43
Anexo E Captura de Pantalla del Menú de la Gestión de Contenedores	44
Anexo F Captura de Pantalla del Menú de la Gestión de Metodologías	44
Anexo G Descripción de los Casos de Uso del DSL DS-Container	45

Aplicación web basada en modelos para la gestión de infraestructuras virtuales multi-contenedor enfocado a aplicaciones de ciencia de datos

RESUMEN

El desarrollo de aplicaciones de ciencia de datos enfrenta desafíos significativos relacionados con la configuración de infraestructuras contenerizadas, requiriendo conocimientos especializados en tecnologías de contenerización como Docker. Por lo tanto, este trabajo de titulación propone el DSL DS-Container, compuesto por una aplicación web basada en Ingeniería Dirigida por Modelos enfocada en el diseño de modelos de infraestructura multi-contenedor, junto con un motor de transformaciones para la implementación automática de archivos de configuración (dockerfiles y docker-compose) e imágenes de contenedores en el repositorio de Docker Hub. La plataforma ha sido construida en Node.js, Next.js y PostgreSQL y está conformada por un conjunto de formularios basados en conceptos de alto nivel para modelar el proceso metodológico de analítica de datos, la composición de los contenedores que soportan este proceso y el entorno computacional en el que se ejecutan. La validación de la solución mediante un estudio de caso demostró la reducción del tiempo de diseño, configuración e implementación de una infraestructura de contenedores en alrededor de un 83%, así como la eliminación total de los errores de sintaxis y semántica generados manualmente durante dicho proceso.

Palabras clave: Contenedores, Ciencia de Datos como Servicio. Lenguaje Específico de Dominio (DSL), Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), Motor de Transformación, Virtualización.

Model-based web application for the management of virtual multi-container infrastructures focused on data science applications

ABSTRACT

The development of data science applications faces significant challenges related to the configuration of containerized infrastructures, requiring specialized knowledge of containerization technologies such as Docker. Therefore, this thesis proposes the DSL DS-Container, consisting of Model-Driven Engineering-based web application, focused on the design of multi-container infrastructure models, together with a transformation engine for the automatic implementation of configuration files (dockerfiles and docker-compose) and container images in the Docker Hub repository. The platform has been built in Node.js, Next.js and PostgreSQL and consists of a set of forms based on high-level concepts to model the methodological process of data analytics, the composition of the containers that support this process and the computational environment in which they run. The validation of the solution through a case study demonstrated an approximate 83% reduction in the time required for designing, configuring, and implementing a container infrastructure, as well as the complete elimination of syntax and semantic errors manually introduced during the process.

Keywords: Containers, Data Science as a Service, Domain-Specific Languages (DSL), Model-Driven Engineering (MDE), Transformation Engine, Virtualization.