



# Propuesta de plataforma para el seguimiento de la acción y el apoyo climáticos

Producto 5

## Initiative for Climate Action Transparency - ICAT

**Deliverable title:** Propuesta de plataforma para el seguimiento de la acción y el apoyo climáticos

**Derivable #:** 16

**AUTHOR:** Ernesto Rivera Pérez

**Date:** 04.11.2024

### DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

### PREPARED UNDER

The Initiative for Climate Action Transparency (ICAT), supported by Austria, Canada, Germany, Italy, the Children's Investment Fund Foundation and the Climate Works Foundation.

Supported by:



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS).



## Contenido

Propuesta de plataforma para el seguimiento de la acción y el apoyo climáticos	2
Contexto	5
Introducción	5
Propuesta de arquitectura de la plataforma	7
Arquitectura para la personalización de soluciones tecnológicas	8
Descripción de las soluciones tecnológicas propuestas	10
Sistema integral de control de acceso	10
Sistema integral de control de acceso	11
Sistema de Gestión y relación de conceptos	11
Importador de series históricas	12
Tecnología para la informatización de los flujos informativos	13
Reglas de negocio y usabilidad	14
Herramienta de análisis multidimensional de datos e información	16
Módulos de Gestión.....	16
Sistema de Análisis de Indicadores.....	19
Sistema de monitoreo para la toma de decisiones operativas.	19
Asistente para recolección de información y de los informes bienales.	19
Sistema de simulación de escenarios climáticos.	20
Descripción de soluciones para la gestión de datos climáticos.	20
Gestor documental	21
Conclusiones	23
Bibliografía	24
Anexos	25
Descripción de las tecnologías propuestas	25
Herramientas de la capa de aplicación	25
Herramientas de la capa de seguridad	27
Herramientas de la capa orquestación de servicios	27
Herramientas de la capa de negocio	29
Herramientas de la capa de almacenamiento	30
Principales características de WSO2 Identity Server	31
Funcionalidades de Processmaker	34
Características de las herramientas para el análisis de indicadores	35

## Contexto

Las plataformas climáticas juegan un papel crucial en la gestión de datos esenciales y herramientas para la toma de decisiones. Estas plataformas suelen estructurarse en módulos que abarcan desde la recopilación y análisis de datos climáticos hasta la modelización de escenarios climáticos y la gestión de recursos. Las funcionalidades pueden incluir el seguimiento de emisiones, la evaluación de impactos ambientales y la planificación de adaptación y mitigación. Los procesos y herramientas implementados buscan facilitar la colaboración entre científicos, políticos y ciudadanos, promoviendo una acción climática efectiva y basada en evidencias.

En este sentido, bajo el proyecto ICAT Cuba y con el apoyo del centro del clima de Copenhague de PNUMA (PNUMA-CCC), se desarrollan los trabajos iniciales para la elaboración de una propuesta de plataformas electrónica que permita la gestión de datos e información del plan de estado para el enfrentamiento al cambio climático “Tarea Vida” y a la vez cumpla con los requerimientos técnicos para la elaboración de los reportes bajo el marco de transparencia a la CMNUCC

## Introducción

En este trabajo se hace una propuesta de plataforma electrónica que facilite la gestión de datos e información para el seguimiento de políticas, planes y medidas que se implementan en el país para combatir el cambio climático. Dos de los elementos fundamentales que se han tenido en cuenta para el diseño de las funcionalidades y elección de herramientas son;

Para el desarrollo de la propuesta se tuvieron en cuenta:

- Los requerimientos y necesidades específicos establecidos por el usuario (interés de la Tarea Vida) para asegurar que la solución tecnológica propuesta se alinee con sus prioridades estratégicas y operativas
- Las tecnologías actuales que permiten la gestión de información poniendo énfasis en las tecnologías estándares abiertos.
- Se tuvieron en cuenta los resultados técnicos y metodológicos de la implementación de dos plataformas actual: Sistema Nacional de Métrica del Cambio Climático (SINAMECC) y la plataforma para las Finanzas Climáticas de Cuba. De manera general, en ambos casos, se intentó identificar lecciones aprendidas y buenas prácticas relacionadas con la arquitectura de las plataformas las tecnológicas implementadas, funcionalidades, flujos de información y formularios diseñados con el objetivo de ser incluidos en esta propuesta de plataforma.

En relación a los procesos para la Gestión de la Información:

- **Captura de datos:** Funcionalidades que permitan integración con sistemas existentes (para una transición suave y para mantener la coherencia de los datos) el diseño y estandarización de formatos, como formularios digitales, (facilitan la recopilación uniforme de datos) uso de taxonomías comunes y acuerdos de compartición de datos (promueve la interoperabilidad entre diferentes entidades y sistemas) la estandarización de los flujos de información (asegura que todos los datos capturados pasen por un proceso de revisión y aprobación riguroso, manteniendo la integridad de la información) finalmente, establecer roles y responsabilidades claros, con permisos específicos para el acceso y manejo de las bases de datos, (esencial para la gobernanza efectiva de los datos, especialmente en áreas críticas como la climática, donde la precisión y la seguridad de los datos son de suma importancia). Se requiere establecer los roles y responsabilidades (Gobernanza de datos)
- **Procesamiento de datos e información:** herramientas que permitan el manejo integral de datos para la realización de cálculos y estimaciones de emisiones de GEI, monto de apoyo financiero recibido, proyecciones y tendencias futuras.
- **QA/QC:** herramientas que permiten la validación de datos en tiempo real, registros de auditoría y un marco de gobernanza de datos, la documentación detallada de cada paso y la clarificación de roles y responsabilidades para garantizar la integridad y la precisión de los datos, la adopción de estándares de calidad.
- **Publicaciones, reportes:** herramientas que faciliten la generación de informes en formatos narrativos y tabulares. Estos formatos son cruciales para la elaboración de reportes nacionales e internacionales, permitiendo una interpretación clara y accesible de las series estadísticas. Además, aseguran que los datos sean presentados de manera coherente y estandarizada, facilitando su análisis y comparación en diferentes contextos y escenarios.

En relación a los objetivos:

A través de los módulos se implementan los procesos más arriba mencionados. Teniendo en cuenta los requerimientos de reportes a la CMNUCC bajo el MTR y de los intereses nacionales (Tarea Vida), se necesitan al menos diseñar los siguientes módulos:

- Módulo para la captura de datos: herramientas que permitan captar datos para registrar acciones climáticas (MPGs para adaptación y mitigación (CTFs). Uso de taxonomías.
- Módulo para la estimación del INGEI: motor de cálculo para realizar estimaciones de GEI (tanto las del INGEI como las de las acciones de mitigación) Este módulo tiene que estar integrado al módulo de captura de datos (cálculos o estimaciones se realizan usando datos captados y parámetros)
- Módulo para el seguimiento de acciones climáticas y del avance de la CDN: uso de herramientas que permitan operaciones lógicas para comparar indicadores o parámetros. (MPGs y CTFs para mitigación)
- Módulo para el seguimiento del apoyo financiero recibido: uso de herramientas de cálculo y lógicas que permitan estimar el monto del apoyo recibido por proyectos, por tipo de mecanismo financiero, por fuentes etc. (MPGs y CTFs para apoyo)

En este contexto se proponen los elementos fundamentales que deben estructurar una propuesta de plataforma que permitan garantizar el funcionamiento actual y futuro. En este sentido se toma como base para realizar la propuesta la documentación elaborada para el diseño de la plataforma Finanzas Climáticas.

### Propuesta de arquitectura de la plataforma

Para un mejor mantenimiento y mejora en la escalabilidad del sistema se proponen diez capas funcionales desacopladas tecnológicamente: <sup>1</sup>

**Capa de infraestructura de comunicaciones:** fundamental para garantizar una red robusta y confiable que conecte todos los elementos de la plataforma tecnológica, se integra el uso de equipos de red, como *routers*, *switches* y *firewalls*, que son esenciales para dirigir el tráfico de datos y proteger la red contra accesos no autorizados. La capa de infraestructura del centro de datos se encarga de albergar todos los servidores y equipos necesarios para el funcionamiento de la plataforma. En esta capa se implementan tecnologías de virtualización que permiten crear múltiples entornos virtuales en un solo servidor físico, optimizando así el uso de recursos. También se consideran sistemas de refrigeración que mantienen la temperatura adecuada en el centro de datos, protegiendo a los servidores del sobrecalentamiento. La redundancia es otro aspecto clave en esta capa, ya que sistemas duplicados, como fuentes de alimentación ininterrumpida (UPS) y generadores, garantizan la continuidad del servicio en caso de fallos.

---

<sup>1</sup> Propuesta de plataforma tecnológica para el seguimiento de las finanzas climáticas. Proyecto Readiness-Cuba II. Documento sin publicar.

La **capa de integración y despliegue continuo** asegura una entrega ágil y constante de nuevas funcionalidades y actualizaciones en la plataforma. Esta capa utiliza metodologías como CI/CD (Integración Continua/Despliegue Continuo), que permiten realizar pruebas automáticas y despliegues frecuentes, mejorando así la calidad del software. El uso de contenedores, como *Docker*, facilita el empaquetado de aplicaciones con todas sus dependencias, simplificando su implementación en diversos entornos.

**Capa de almacenamiento**, se gestiona y organiza la información de manera eficiente y segura. Esta capa incluye soluciones de almacenamiento en la nube que permiten almacenar datos en servidores remotos, ofreciendo escalabilidad y accesibilidad desde cualquier lugar.

La **capa de procesos de negocio** regula los flujos de trabajo y procedimientos que rigen el funcionamiento de la plataforma tecnológica. En esta capa, se implementa la automatización de flujos de trabajo para optimizar tareas repetitivas, aumentando así la eficiencia operativa. También se establecen procesos de gestión del cambio para manejar modificaciones en la plataforma sin interrumpir las operaciones diarias.

La **capa de orquestación de servicios** permite coordinar y gestionar las interacciones entre los distintos componentes de la plataforma. En esta capa se utilizan arquitecturas basadas en microservicios, donde las aplicaciones se desarrollan como un conjunto de servicios independientes, facilitando su gestión y escalabilidad. Las herramientas para la gestión de APIs también son esenciales en esta capa para asegurar la seguridad y rendimiento de las interfaces.

La **capa de seguridad** es crítica para garantizar la protección integral de toda la infraestructura tecnológica. Esta capa incluye la implementación de *firewalls* y sistemas IDS/IPS que monitorean el tráfico en busca de actividades sospechosas y previenen ataques cibernéticos. Las políticas de seguridad establecidas regulan el acceso a información sensible, asegurando su protección.

La **capa de aplicación** permite a los usuarios interactuar con la plataforma a través de interfaces amigables e intuitivas. Además, el desarrollo de aplicaciones móviles juega un papel importante al permitir a los usuarios acceder a la plataforma desde dispositivos móviles, aumentando su accesibilidad.

Por último, la **capa de soporte técnico** es fundamental para atender y resolver problemas técnicos que puedan surgir. Esta capa incluye una mesa de ayuda

(*help desk*) dedicada a resolver consultas y problemas técnicos, asegurando un soporte eficiente para los usuarios. Además, se proporciona documentación detallada y capacitación para ayudar a los usuarios a familiarizarse con la plataforma y utilizarla adecuadamente.

## Arquitectura para la personalización de soluciones tecnológicas

La arquitectura tecnológica para el desarrollo de soluciones tecnológicas (estimación de emisiones, seguimiento de acción climática y el apoyo) también se estructura en varias capas, que desempeñan un rol importante en la gestión y procesamiento de datos, así como en la seguridad y la orquestación de servicios.

La **capa de aplicación** actúa como el punto de contacto entre los usuarios y el sistema, facilitando la interacción a través de interfaces intuitivas y funcionales. Esta capa se encarga de presentar la información de manera clara y accesible, permitiendo a los usuarios realizar diversas acciones, como ingresar datos, consultar información o generar reportes. Es responsable de implementar la lógica necesaria para procesar las solicitudes del usuario, comunicándose con las capas inferiores para obtener o enviar datos según sea necesario. La experiencia del usuario es una prioridad en esta capa, por lo que se busca crear interfaces amigables y responsivas que se adapten a diferentes dispositivos y plataformas.

La **capa de seguridad** es fundamental para proteger la integridad y confidencialidad de los datos. En un entorno donde las amenazas cibernéticas son cada vez más sofisticadas, por lo que es vital implementar medidas robustas que aseguren que solo los usuarios autorizados puedan acceder a la información sensible. La implementación de mecanismos como la autenticación multifactorial y el control de acceso basado en roles permite gestionar quién puede acceder a qué información, minimizando así el riesgo de filtraciones o accesos no autorizados, incluye la gestión de identidades y accesos, asegurando que todos los usuarios sean verificados antes de interactuar con la plataforma.

La **capa de orquestación de servicios** actúa como el núcleo operativo de la arquitectura, coordinando la interacción entre diferentes servicios y aplicaciones. Su función principal es gestionar la ejecución de múltiples servicios para cumplir con las operaciones requeridas por los usuarios o sistemas. Esta capa asegura que los datos fluyan correctamente entre los distintos componentes del sistema, optimizando el rendimiento y garantizando que las solicitudes se procesen de manera eficiente,

facilita la integración con sistemas externos, permitiendo una comunicación fluida y efectiva entre diversas plataformas.

La **capa de negocio** es donde se implementan las reglas y lógicas específicas que guían las operaciones del sistema. Actúa como intermediario entre la capa de presentación y la capa de almacenamiento, asegurando que los datos sean procesados correctamente antes de ser almacenados o presentados al usuario. Esta capa es responsable de transformar los datos brutos en información útil y relevante, aplicando lógicas que reflejan los objetivos del negocio en el ámbito del cambio climático.

La **capa de almacenamiento** se encarga del manejo físico y lógico de los datos. Su función principal es interactuar con las bases de datos para realizar operaciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar) sobre los datos climáticos relacionados. Esta capa garantiza que la información esté disponible cuando sea necesaria y que se mantenga su integridad a lo largo del tiempo.

En la tabla #1, se listan cada una de las tecnologías que se proponen en cada una de las capas funcionales de la plataforma (ver anexos para revisar las características de las tecnologías listadas)

**Tabla 1 tecnologías que se implementarán en cada una de las capas**

Capa	Tecnologías
Capa de aplicación	<b><i>Node, Vite, React, Json Web Token, Recoil, OpenID, Axios, Formik, Yup, MUI,PWA</i></b>
capa de seguridad	WSO2 Identity Server
capa de orquestación de servicios	WSO2 API Manager ,API Gateway de WSO2,WSO2 Micro Integrator:
capa de negocio	Symfony , Django
capa de almacenamiento	PostgreSQL ,MinIO: ,SQLite

### **Descripción de las soluciones tecnológicas propuestas**

A continuación se presentan algunas de las soluciones tecnológicas que pueden desarrollarse o personalizarse para el trabajo en la plataforma, incluye: sistemas de control de acceso integral, tecnologías para la informatización de flujos informativos, herramientas de análisis multidimensional y sistemas de monitoreo

que facilitan la toma de decisiones operativas. También se consideran soluciones complementarias como un asistente para la conformación de informes bienales de transparencia, entre otras. A continuación, se describen en detalle las soluciones propuestas.

### **Sistema integral de control de acceso**

Esta herramienta tiene como función la gestión de la asignación de roles de aplicaciones a usuarios que ya se encuentran registrados en un proveedor de identidad. La herramienta en cuestión permite:<sup>2</sup>

- **Configurar Sistema:** mediante este módulo se puede gestionar los usuarios del sistema: los cuales podrán tener roles distintos roles. listar, adicionar, modificar y eliminar la información asociada al catálogo o nomenclador nacional de entidades del país. Así mismo a través de esta herramienta se puede listar, adicionar, modificar y eliminar la información de los módulos o subsistemas que componen una aplicación informática. Así como la información de las funcionalidades que forman cada uno de estos módulos o subsistemas.
- **Gestionar los roles de las aplicaciones:** Esta funcionalidad permite listar, crear, modificar y eliminar los roles del negocio que conforman cada aplicación que se ha desarrollado y que están registrada, mediante la funcionalidad anterior, en el sistema. También se permite hacer la asociación roles-funcionalidades.
- **Gestionar perfiles de usuario de aplicaciones:** Esta funcionalidad permite listar los usuarios que se han registrado en las aplicaciones; previamente registradas, Modificar acceso a otras aplicaciones, cambiar rol y estructura para cada una de las aplicaciones.

### **Sistema integral de control de acceso**

El control de acceso es un elemento esencial de seguridad que determina quién puede acceder a ciertos datos, aplicaciones y recursos, y en qué circunstancias. La propuesta está compuesta por los siguientes componentes:<sup>3</sup>

- **Control de Acceso:** Una plataforma de gestión centralizada para configurar, monitorizar y controlar permisos de acceso, credenciales de usuario y configuraciones del sistema.
- **Base de Datos y Almacenamiento de Datos:** Una base de datos segura para almacenar información de usuarios, registros de acceso y datos de configuración del sistema.

---

<sup>2</sup> Propuesta para Proveedor de Identidad y el Sistema de Gestión de Roles. Proyecto READINESS-Cuba II. Documento no publicado

<sup>3</sup> Idem

- Capa de API e Integración: Una interfaz de programación de aplicaciones (API) para integrarse con las demás soluciones que integran la solución.
- Autenticación Multifactor: Combina dos formas de autenticarse ya sea por un proveedor de identidad en este caso WSO2 IS conectado con un LDAP o la autenticación de la misma aplicación SICA.

## Sistema de Gestión y relación de conceptos

Basado en la arquitectura para el desarrollo de aplicaciones presentada con anterioridad se propone el desarrollo de un sistema informático con el objetivo gestionar y jerarquizar los conceptos asociados al cambio climático, asegurando una estructura organizada y accesible para todos los usuarios interesados. Estos conceptos, una vez registrados, se ofrecerán como un servicio de datos a los diversos componentes de la plataforma o a sistemas de terceros, lo cual garantiza la estandarización de la información, promueve la interoperabilidad tanto semántica como tecnológica entre diferentes plataformas y sistemas. Este sistema crea las bases necesarias para la implementación de una taxonomía para los datos e indicadores climáticos. A continuación, se detallan los conceptos que se gestionarán<sup>4</sup>:

Conceptos asociados al cambio climático:

- Estado de la actividad que ha recibido apoyo (prevista, en curso o finalizada).
- Cauce (bilateral, regional o multilateral).
- Tipo de apoyo (mitigación, adaptación o transversal).
- Instrumento financiero (donación, préstamo en condiciones favorables, préstamo sin condiciones favorables, capital propio, garantía u otro).
- Apoyo (contribuye al desarrollo y la transferencia de tecnología y al fomento de la capacidad).
- Fases del marco de transparencia para la financiación climática adaptados a las condiciones de Cuba. (Fase, Pasos, Resultados previstos) su gestión sirve como base para informatizar la guía adaptada a Cuba y aplicarla en un futuro.
- Gestión de los Principales actores nacionales involucrados en los flujos de financiamiento climático incluyendo (actividades, área de cobertura, nivel de dirección o subordinación).
- Gestión de los Principales actores externos vinculados a los flujos de financiamiento climático incluyendo (Fondo/mecanismo, Actividades/áreas

---

<sup>4</sup> Propuesta de Sistema de Gestión y relación de conceptos. Proyecto READINESS-Cuba II. Documento no publicado

que cubre, Punto focal, Mecanismo establecido para convocatoria y aprobación, Instrumentos financieros)

- Sectores y subsectores para el seguimiento al financiamiento climático.
- Parámetros y sus categorías a los efectos del sistema de Medición, Reporte y Verificación.
- Indicadores de impacto para la Contribución Nacionalmente Determinada de mitigación declarada por Cuba.
- Ciclo general que sigue un proyecto internacional: elaboración, aprobación y ejecución.

### Importador de series históricas

El Importador de Series Históricas permite recopilar, procesar e integrar datos relacionados al cambio climático de diversas fuentes para su posterior organización análisis y visualización. La solución está compuesta por los siguientes componentes

5

- Ingesta de Datos: Automatiza el proceso de configuración, recopilación y procesamiento de grandes conjuntos de datos, reduciendo errores manuales y aumentando la eficiencia.
- Integración de Datos: Un módulo para integrar datos financieros relacionados con el clima de diversas fuentes, creando un conjunto de datos unificado para su análisis.
- Almacenamiento de Datos: Una base de datos segura para almacenar el conjunto de datos integrados, permitiendo consultas y análisis eficientes.
- Visualización de Datos: Tributa la información para visualizar datos financieros relacionados con el clima, proporcionando información y tendencias a través de paneles interactivos.

### Tecnología para la informatización de los flujos informativos

Para la propuesta de solución referente a la informatización de los flujos informativos se propone una plataforma tecnológica que tuvo como punto de partida las necesidades de disponer de información sobre la acción climática y los flujos de financiamiento climático en apoyo a la Tarea Vida.

Dentro de los componentes de la solución propuesta se encuentra: **la informatización de los flujos informativos o flujo de información**. Los **flujos de información (FI)** aseguran la captura de la información primaria, son la base

---

<sup>5</sup> Personalización del Sistema de Importación de Series Históricas. Proyecto READINESS-Cuba II. Documento no publicado

para la implementación de las soluciones informáticas, el aseguramiento técnico y todas las actividades asociadas al despliegue de soluciones TIC.

La plataforma tecnológica permite la automatización de un proceso de negocio identificado como un flujo informativo, total o parcial, en la cual documentos, información o tareas son pasados de un participante a otro para efectos de su procesamiento, de acuerdo a un conjunto de reglas establecidas para obtener o contribuir a los objetivos del proyecto.

Se propone la sistematización de los procesos de negocios mediante la gestión de la secuencia de actividades que los componen asignándolas a personas o procesos informáticos que las llevarán a cabo, a través de la definición, creación, gestión y ejecución de flujos de trabajo mediante el uso de motores de ejecución que son capaces de interpretar la definición del proceso, interactuar con los participantes y cuando es requerido ejecutar herramientas y aplicaciones.<sup>6</sup>

De forma general, la propuesta está diseñada para permitir la automatización de una secuencia de tareas donde intervienen participantes, donde cada participante desempeña un papel (rol) y se hace uso de la información que fluye entre las tareas de acuerdo con un conjunto de reglas y procedimientos para alcanzar un objetivo, reduciendo el tiempo, dinero y esfuerzo en su ejecución:

La herramienta *Processmaker* se propone como la plataforma de automatización de flujos de trabajo. Ofrece muchas características que benefician tanto a los usuarios como a los administradores. Dentro de las principales ventajas que tiene la propuesta se encuentran:<sup>7</sup>

- Se puede gestionar y automatizar los flujos de trabajo asociados a la gestión de la información que maneja el proyecto.
- Es una aplicación de código abierto, flexible y adaptable a las necesidades específicas de los usuarios. Permite reducir los costos por el uso de licencias de *software* propietario y permitir a las organizaciones invertir más recursos en la personalización y el soporte de las aplicaciones.
- Es fácil de usar; todas sus funciones son accesibles a través de un diseño sencillo que no le abruma al usuario con términos técnicos o menús complicados y la interfaz es lo suficientemente limpia e intuitiva como para que incluso las personas que no están acostumbradas a utilizar ordenadores puedan asimilarlo de forma rápida y puedan usarlo de inmediato.

---

<sup>6</sup> Implementación del Sistema de Gestión y relación de conceptos. Proyecto READINESS-Cuba II. Documento no publicado.

<sup>7</sup> Idem

- Posee un potente conjunto de herramientas para crear flujos de trabajo, gestionar proyectos y automatizar tareas.
- Se puede configurar las notificaciones automáticas para los miembros del proyecto asociados a los flujos de información.
- Se puede crear informes personalizados para seguir el progreso de sus proyectos a lo largo del tiempo.

## Reglas de negocio y usabilidad

Estas son algunas de las reglas de negocio y usabilidad requeridas por el proyecto que son implementadas por la plataforma tecnológica que se propone:

- La capacidad de integrarse con otros sistemas ya implantados, garantizando que la aplicación pueda funcionar sin problemas con los procesos y tecnologías existentes, en lugar de tener que rehacer todo desde cero.
- La capacidad de personalizar o modificar fácilmente la aplicación una vez implantada, de modo que pueda adaptarse específicamente a las necesidades y requisitos, permitiendo que todos los usuarios puedan utilizarlo de forma eficaz y eficiente mientras realizan sus tareas diarias dentro del proyecto.
- La posibilidad de que los usuarios de todos los niveles del proyecto accedan a la información relacionada con sus funciones específicas sin que se les concedan excesivos permisos o derechos de acceso por defecto.
- La presentación, composición y formularios del sistema se deben visualizar sin problema en diferentes navegadores, como *Opera*, *Firefox*, *Safari* y *Explorer*.
- La presentación, composición y formularios del sistema se deben visualizar sin problema en diferentes dispositivos, como computadoras, móviles y tabletas.
- Se usarán mecanismos de encriptación de los datos que por cuestiones de seguridad no deben viajar al servidor en texto plano, como es el caso de las contraseñas. Se guardará encriptado esta información en la base de datos utilizando para ello md5 como algoritmo de encriptación.
- La información estará protegida contra accesos no autorizados utilizando mecanismos de validación que puedan garantizar el cumplimiento de esto: cuenta, contraseña y nivel de acceso, de manera que cada uno pueda tener disponible solamente las opciones relacionadas con su actividad y tenga datos de acceso propios, garantizando así la confidencialidad.

### *Entorno de diseño*

El entorno de diseño incluye herramientas para mapear procesos, definir reglas de negocio, crear formularios dinámicos para capturar datos y agregar documentos de entrada y salida. Esta interfaz de usuario es accesible a través de un navegador web y suele estar diseñada para ser intuitiva y fácil de usar. Los usuarios pueden iniciar, revisar y completar tareas a través de esta interfaz <sup>8</sup>

### *Motor de tiempo de ejecución*

El motor de tiempo de ejecución permite que los casos se inicien y ejecuten a través del proceso. Este motor convierte el diseño del mapa de procesos en una aplicación completamente funcional. Gestiona la lógica de los flujos de trabajo, la secuencia de tareas, las reglas de enrutamiento y las aprobaciones. Es responsable de garantizar que los flujos de trabajo se ejecuten de manera eficiente y según lo diseñado.

### *Modelador de procesos*

El modelador permite a los usuarios de negocios diseñar procesos de negocios en días, no meses. Arrastre y suelte tareas y puntos de decisión en el lienzo de modelado, y luego agregue en sus formularios, usuarios, conectores de datos. Los usuarios de negocios pueden diseñar fácilmente formas elegantes y pantallas de visualización que se utilizan en los flujos de trabajo con no-código. Los formularios se utilizan para capturar datos, mostrar datos de otros sistemas y diseñar pantallas de aprobación para que los gerentes tomen decisiones.

## **Herramienta de análisis multidimensional de datos e información**

Se necesita disponer de una herramienta que en tiempo real facilite la toma de decisiones. Se propone crear un Cuadro de Mando a partir de los siguientes pasos:<sup>9</sup>

1. **Identificar los indicadores:** Los indicadores deben ser relevantes para la organización y deben estar relacionados con los objetivos específicos de la organización. Los indicadores son medidas cuantitativas.
2. **Establecer los objetivos:** Los objetivos deben ser claros y medibles.
3. **Alinear los objetivos:** Tarea Vida y las medidas que se implementan en las NDC proporcionan un marco de indicadores con objetivos específicos
4. **Recopilar y analizar los datos:** Los datos de los indicadores deben ser recopilados y analizados regularmente para evaluar el desempeño de la organización en relación con sus objetivos.

---

<sup>8</sup> Propuesta de plataforma tecnológica para el seguimiento de las finanzas climáticas. Proyecto Readiness-Cuba II. Documento sin publicar.

<sup>9</sup> Idem

5. **Tomar decisiones basadas en los datos:** Los datos de los indicadores deben ser utilizados para tomar decisiones. Si se detecta una desviación de los objetivos, se deben tomar medidas correctivas.
6. **Comunicar los resultados:** Los resultados de los indicadores deben ser comunicados a todas las partes interesadas.

El Cuadro de Mando debe ser revisado y actualizado regularmente para reflejar los cambios en las condiciones y necesidades de la organización o proyecto. Los indicadores permitirán conocer si un proceso asociado a los gastos se está realizando de forma óptima (como se supone que debe realizarse) o si está sufriendo algún tipo de desviación. Estos parámetros son útiles para conocer cómo se están realizando los procesos, pero no indican la causa de las posibles desviaciones o variaciones de los mismos.

La medición de indicadores debe realizarse con frecuencia para mostrar siempre en el cuadro de mando el valor que represente el estado actual, el pasado y permita hacer proyecciones. Muchos indicadores son inmediatos, existiendo otros a largo plazo que necesitan más tiempo para ser medidos. La representación de estos valores dentro de un cuadro de mando se realizará de forma numérica y gráfica, para facilitar su análisis y la toma de decisiones. La implementación del Cuadro de Mando es la integración de dos componentes: Módulos de Gestión y Sistema de Análisis de Indicadores.<sup>10</sup>

## Módulos de Gestión

### 1. Objetivos

El módulo debe permitir:

- Insertar las metas y objetivos específicos.
- Permitir el seguimiento de las metas establecidas, registrando los avances realizados y comparándolos con las metas anteriores.
- Visualizar el desempeño de los indicadores y su progreso hacia las metas.
- Establecer relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

### 2. Objetivos de Desarrollo Sostenible

El módulo debe permitir:

- Clasificar y jerarquizar de los objetivos en base a su relevancia y pertinencia para el desarrollo sostenible.
- Permitir la asociación de los objetivos con los ODS correspondientes. (Relacionar cada objetivo específico con uno o varios ODS

---

<sup>10</sup> Idem

basándose en criterios como la temática, los impactos esperados o la contribución específica de cada objetivo al logro de los ODS).

- Permitir la comunicación interna y externa sobre los objetivos específicos y los ODS asociados para los diferentes grupos de interés y la integración con otras herramientas de comunicación (sitios web).
- Incorporar mecanismos de retroalimentación y sugerencias para mejorar la alineación entre los objetivos específicos y los ODS.

### **3. Establecer Indicadores**

El módulo debe permitir:

- Insertar los indicadores para medir el cumplimiento de los objetivos.
- Facilitar la forma de recolectar y almacenar los datos de diversas fuentes (entidades que suministran datos, API externa, u otras aplicaciones) para calcular los indicadores.
- El seguimiento y análisis de los indicadores a lo largo del tiempo.
- Actualizar los indicadores automáticamente a medida que se ingresen nuevos datos, ya sean provenientes de otros sistemas o por la actualización manual por parte de los usuarios.
- Generar informes de análisis de los indicadores.
- Contar con medidas de seguridad para proteger los datos almacenados y asegurar la confidencialidad de la información.
- Integrarse con otros sistemas y herramientas.
- Una vez calculados los indicadores, se deben diseñar los gráficos y tablas que formarán parte del Cuadro de Mando.

### **4. Evaluar Indicadores**

El módulo debe permitir:

- La evaluación periódica de los indicadores.
- Contar con fórmulas que permitan realizar el cálculo de los indicadores de forma automatizada.
- Permitir el análisis de la información recogida (análisis estadísticos, comparaciones con valores de referencia o tendencias históricas, entre otros) y generar informes de evaluación.
- Permitir la comparación de los resultados obtenidos con los objetivos y metas establecidos.
- Presentar resultados obtenidos a partir del procesamiento de datos de manera clara y visualmente atractiva, utilizando gráficos, tablas, mapas, fotografías, infografías u otras representaciones visuales.
- Generar notificaciones automáticas para alertar sobre resultados no deseados en los indicadores evaluados.

### **5. Plan de acción**

El módulo debe permitir:

- Establecer metas específicas para cada indicador, vinculadas con los objetivos generales del plan de acción.
- La asignación de tareas y la definición de fechas límite para su realización. Esto puede incluir asignar responsabilidades, establecer plazos, enviar notificaciones y realizar un seguimiento del estado de las acciones completadas.
- Registrar quiénes son los responsables y ejecutores de cada tarea, así como proporcionar una visión general de las responsabilidades asignadas a cada persona.
- Permitir monitorear y revisar el avance de las actividades del plan de acción.
- Permitir compartir información, comentarios y registros para facilitar la comunicación y colaboración entre los diferentes actores involucrados en el plan de acción.

## **6. Seguimiento y ajustes**

El módulo debe permitir:

- Registrar todas las acciones que forman parte del plan, especificando la descripción de la acción, responsables, fechas límite, estado actual, etc.
- Registrar el avance de cada acción, especificando el estado actual (pendiente, en progreso, terminada)
- Enviar notificaciones y recordatorios automáticos a los responsables de las acciones, para asegurar que se cumplan en las fechas establecidas.
- Generar reportes en diferentes formatos (tablas, gráficos, etc.) con información actualizada sobre el estado de avance de las acciones y el cumplimiento del plan.
- Garantizar la seguridad de la información, permitiendo un acceso controlado a los diferentes usuarios según sus roles y permisos.
- Realizar ajustes en el plan de acción si es necesario.
- Debe permitir generar informes y análisis para informar a las partes

### Sistema de Análisis de Indicadores

La consolidación e integración de los indicadores necesita una infraestructura tecnológica que garantice el correcto análisis de indicadores. Los indicadores son valores cuantitativos que se obtienen a partir de múltiples variables que lo componen y de fuentes de información heterogéneas. La primera fase es la orquestación de datos de los que se nutren los indicadores. Para ello se desarrollan las ETL (Extracción, Transformación y Carga de Datos) mediante *Apache Hop* (ver anexos). La herramienta que se propone para obtener y

consolidar los datos de los distintos indicadores climáticas a partir de la implementación y carga de datos en un *datawarehouse* es *Pentaho Analysis Services Mondrian Hop* (ver anexos).<sup>11</sup>

### **Sistema de monitoreo para la toma de decisiones operativas.**

Grafana es una herramienta versátil que se puede utilizar en una amplia gama de casos de uso e ideal para la monitorización de datos de diferentes fuentes de información. Para el caso de datos Climáticos se identifica como principal fuente de información la integración mediante API con los componentes internos de la plataforma.<sup>12</sup>

### **Asistente para recolección de información y de los informes bienales.**

Desarrollar una herramienta especializada para la recopilación y análisis de datos que cumpla con las normativas internacionales facilitará la elaboración de informes bienales, asegurará que la información presentada sea precisa y esté alineada con los estándares requeridos. La implementación de un sistema robusto de recopilación de datos es importante para fortalecer la credibilidad de los informes y, por ende, la posición de Cuba en el escenario internacional.

Una de las características más importantes de esta herramienta será la inclusión de formularios automatizados que permitirán recopilar información relevante de múltiples fuentes. Este enfoque optimiza el proceso de recolección, garantiza que se obtenga una variedad de datos necesarios para elaborar informes completos. La automatización reduce el riesgo de errores humanos y mejora la eficiencia, en un contexto donde los plazos y la precisión son críticos. Además, el sistema contará con un mecanismo de validación de datos que asegurará la precisión y consistencia de la información recopilada. Este sistema es vital para evitar discrepancias en los datos, que podrían comprometer la calidad del informe final. La validación permitirá detectar y corregir errores antes de que la información sea presentada, elemento que contribuirá a mejorar la confianza en los informes elaborados por Cuba ante organismos internacionales. La generación automática de informes estructurados alineados con estándares internacionales facilitará el proceso de redacción, asegurará que los informes cumplan con las expectativas y requisitos establecidos por organismos reguladores.

La integración de la herramienta propuesta con bases de datos históricas permite realizar comparaciones y analizar tendencias a lo largo del tiempo. Se propone la

---

<sup>11</sup> Idem

<sup>12</sup> Idem

incorporación de un componente de alertas para recordar fechas límite que garantizará que las presentaciones se realicen a tiempo, evitando retrasos.

### **Sistema de simulación de escenarios climáticos.**

El desarrollo de *software* de simulación de escenarios climáticos es una herramienta útil para la planificación y la formulación de políticas. Este tipo de *software* permite modelar y predecir los efectos del cambio climático bajo diversas condiciones. Los planificadores y responsables de políticas podrán evaluar el impacto de diferentes estrategias de mitigación y adaptación. Al simular diversos escenarios, pueden identificar las opciones efectivas y priorizar recursos para maximizar el impacto de las inversiones sostenibles.

### **Descripción de soluciones para la gestión de datos climáticos.**

El despliegue de plataformas existentes en la comunidad de *software* libre aporta soluciones valiosas para las acciones climáticas facilitando la gestión del conocimiento, la colaboración y la comunicación entre los actores involucrados. Un entorno virtual de aprendizaje permite capacitar a los especialistas en el uso de herramientas tecnológicas diseñadas para las acciones climáticas. Esto fortalece el conocimiento y las capacidades en áreas como la gestión y clasificación de fuentes de financiamiento, así como la desagregación de proyectos relacionados con el medio ambiente. La capacitación online mejora las habilidades del personal, promueve un enfoque más informado y efectivo en la implementación de iniciativas climáticas.

Un sistema de gestión de contenidos proporciona una plataforma centralizada para la edición y publicación de información relevante. Esto mejora la comunicación entre departamentos y asegura que todos los involucrados tengan acceso a la información necesaria para tomar decisiones informadas. La facilidad de uso y flexibilidad de estas plataformas permite que tanto usuarios internos como externos interactúen con los contenidos de manera eficiente.

La gestión de proyectos se ve beneficiada por plataformas que permiten la planificación, seguimiento y control de actividades asociadas a las iniciativas climáticas. Estas herramientas ayudan a los equipos a coordinar tareas, fomentar la colaboración y asegurar que se cumplan los plazos establecidos. La capacidad para medir el desempeño y gestionar cambios también contribuye a una ejecución más efectiva de los proyectos.

Las herramientas de colaboración en línea facilitan el intercambio seguro de información y documentación entre equipos distribuidos geográficamente. Esto es especialmente importante en el contexto actual, donde el trabajo remoto es cada vez

más común. La posibilidad de editar documentos en tiempo real y mantener un registro claro de versiones evita confusiones y errores, asegurando que todos los miembros del equipo trabajen con la información más actualizada. Finalmente, un gestor documental permite organizar, almacenar y recuperar documentos esenciales para las acciones climáticas. Este tipo de plataforma garantiza que la información esté disponible cuando se necesite, lo que es crucial para cumplir con requisitos regulatorios y auditorías. Además, al automatizar flujos de trabajo relacionados con la gestión documental, se mejora la eficiencia operativa y se reduce el riesgo asociado a errores humanos. A continuación, se enuncian estas soluciones:

## Gestor documental

La implementación de un sistema de gestión documental especializado permite centralizar y organizar toda la documentación relacionada con la gestión climática, facilitando el acceso rápido y seguro a información importante. Al automatizar flujos de trabajo y mejorar la colaboración entre equipos, un gestor documental puede aumentar significativamente la eficiencia en tareas como el seguimiento de proyectos de mitigación del cambio climático, la gestión de fondos para iniciativas de adaptación y el cumplimiento de regulaciones climáticas internacionales.

Alfresco, es una solución de gestión documental de código abierto. Con ello, favorece la creación y programación de nuevas funcionalidades. Puede implementarse en la nube, localmente, o en ambos lugares de forma híbrida. Entre sus características, podemos destacar<sup>13</sup>:

- Un potente motor de búsqueda, que incluye filtros y sugerencias instantáneas de búsqueda, con lo que agilizan esta de forma más que considerable, y permiten recuperar resultados de forma igualmente rápida.
- Se organiza en un sistema de carpetas inteligentes, que se agrupan en función de su naturaleza, y no meramente de su lugar de almacenamiento.
- Es un *software* de arquitectura abierta que no requiere de una curva de aprendizaje para su utilización y acceso. Se puede acceder a él desde cualquier tipo de dispositivo y desde aplicaciones comunes, tales como *Outlook*, *Google Docs*, *Office*, *Google Drive*, etc. Asimismo, puede integrarse fácilmente con estos.

---

<sup>13</sup> Esta plataforma es la misma que es utilizada por las plataformas que sirvieron de base para la elaboración de esta propuesta

## Funcionalidades:

- Servicios de gobernanza desde los cuales desarrollar cuadros de clasificación y automatizar la declaración de documentos de archivo.
- Extracción de información empresarial a partir de las funcionalidades de escaneo y captura de documentos.
- Análisis avanzados a partir de IA y el aprendizaje automático.
- Recuperación de contenido relevante por medio de sugerencias de búsqueda instantánea y filtros.
- Movimiento automático de documentos de un proceso empresarial a otro, gracias a los modelos de metadatos enriquecidos.

## Conclusiones

Con esta propuesta de plataforma electrónica se pueden consolidar las bases para el desarrollo de sistemas de apoyo a la decisión en materia de cambio climático en el país.

La propuesta se enfoca en crear capacidades metodológicas y tecnológicas para el desarrollo de aplicaciones a la medida dedicadas al cambio climático. Esto significa que se podrán diseñar soluciones específicas que respondan a las necesidades particulares del contexto cubano, asegurando una mayor efectividad y pertinencia

Un aspecto fundamental de esta propuesta es la previsión del empleo de tecnologías emergentes en un entorno en constante cambio, donde la capacidad de innovación marca la diferencia en la efectividad de las soluciones implementadas.

Se establecen mecanismos tecnológicos que permiten aprovechar los insumos informativos existentes, optimizando así el uso de datos disponibles.

Se sienta las bases para la creación de una taxonomía robusta de datos e indicadores climáticos.

## Bibliografía

Moya, A. Documento síntesis con la visión y avances del SINAMECC

Moya, A Integración del análisis de cobeneficios relacionados al desarrollo sostenible y cambio transformacional en SINAMECC. 2018

Proyecto Readiness Cuba. Propuesta de plataforma tecnológica integral. [Documento no publicado]

SINAMECC. Protocolo de Gestión de Datos del Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático. 2010

SINAMECC .Guía para la integración de acciones de mitigación en el Sistema Nacional de Métrica para el Cambio Climático.2019

## Anexos

### Descripción de las tecnologías propuestas

#### Herramientas de la capa de aplicación

**Note:** Entorno que trabaja en tiempo de ejecución, de código abierto, multiplataforma, que permite a los desarrolladores crear toda clase de herramientas de lado servidor y aplicaciones en *JavaScript*. La ejecución en tiempo real está pensada para usarse fuera del contexto de un explorador web (es decir, ejecutarse directamente en una computadora o sistema operativo de servidor). Como tal, el entorno omite las APIs de *JavaScript* específicas del explorador web y añade soporte para APIs de sistema operativo más tradicional que incluyen HTTP y bibliotecas de sistemas de ficheros. Las tecnologías mencionadas a continuación lo utilizan como base para su ejecución y correcto funcionamiento.

**Vite:** Es una herramienta de compilación que tiene como objetivo proporcionar una experiencia de desarrollo más rápida y ágil para proyectos web modernos.

**React:** Es una librería *Javascript* de código abierto diseñada para crear interfaces de usuario con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones en una sola página. Dentro de las cualidades básicas de esta librería se encuentran que permite crear interfaces de usuario interactivas de forma sencilla, diseñar vistas simples para cada estado en tu aplicación, y se encarga de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien. Además de estas, la forma en la que se trabaja la librería, basándose en componentes, permite que el resultado sea un sistema altamente escalable, sostenible y reutilizable.

**Json Web Token:** Es un estándar abierto (RFC 7519) que define una forma compacta y autónoma de transmitir información de forma segura entre partes como un objeto JSON. Esta información se puede verificar y confiar porque está firmada digitalmente. Los JWT se pueden firmar mediante un secreto (con el algoritmo HMAC) o un par de claves pública/privada mediante RSA o ECDSA. Mediante este estándar se establecen las comunicaciones entre el cliente y el servidor para propiciar seguridad al sistema luego de estar autenticado y autorizado por las vías establecidas (*OpenId* en este caso). Consiste en un valor encriptado que viaja junto a las peticiones enviadas al servidor, el cual se encarga de autorizar la misma en cada instancia de comunicación, ya sea dispositivo-servidor o usuario-sistema, en pocas palabras, el servidor se asegura

que la información enviada pertenece en efecto al usuario que se autorizó, y que está siendo transmitida desde el dispositivo autorizado.

**Recoil:** Es una biblioteca que permite administrar estados globales a nivel de aplicación, permitiendo utilizar información determinada a través de componentes y páginas, esto sin mostrar ningún registro en el almacenamiento del navegador, lo que propicia integridad a los datos. Los datos del usuario sobre su rol y permisos, tanto como la información necesaria para realizar operaciones en el sistema, se almacenan en un estado, haciendo que esté disponible en toda la aplicación de forma instantánea y protegiéndola de actores mal intencionados.

**OpenID:** Estándar de identificación digital descentralizado, con el que un usuario puede identificarse en una página web a través de una URL (o un XRI en la versión actual) y puede ser verificado por cualquier servidor que soporte el protocolo. Este estándar es utilizado mediante el uso del proveedor de identidad del *WSO2*, brindando una autenticación y autorización de forma desacoplada, una capa de abstracción entre el sistema y el manejo de usuarios reforzando el mecanismo de acceso al mismo.

**Axios:** Cliente HTTP basado en *promises* para *node.js* y el navegador. En el lado del servidor usa el módulo nativo `http` de *node.js*, mientras que en el lado del cliente emplea *XMLHttpRequests*. La biblioteca se utiliza para comunicarse con el servidor de forma fácil, debido a las bondades estructurales que ofrece y manejar los errores de formas más específicas, permitiendo una mayor retroalimentación al cliente en casos de fallo en algún servicio.

**Formik:** Librería declarativa que se encarga de manejar todos los posibles escenarios al interactuar con un componente de entrada de datos, de cualquier tipo. Maneja los valores del formulario de forma automática facilitando la entrada de datos, la edición y la manipulación de estos. Complementada con la librería *Yup* permite realizar múltiples validaciones en tiempo real. Los formularios de manipulación de datos son creados a partir de esta librería, las funciones principales utilizadas son: Control de campos requeridos, mostrar errores de validación personalizados, activar o desactivar acciones teniendo en cuenta el estado del formulario (Válido, Inválido, Modificado, Sin modificar), Creación de campos dinámicos.

**Yup:** Creador de esquemas para el análisis y validación de valores en tiempo de ejecución. Utiliza como base a *Formik*, permite crear validaciones compuestas de distintos niveles de complejidad para un campo de entrada determinado, y según estas validaciones, mostrar errores personalizados. Se utiliza en conjunto con *Formik* en los formularios para retroalimentar en tiempo real al usuario sobre la

validez de la información que está introduciendo, evitando tener que esperar a completar la entrada para informar de errores en los controles de entrada.

**MUI:** Biblioteca de componentes de interfaz de usuario para *React*, diseñada para ayudar a los desarrolladores a construir aplicaciones web modernas, siguiendo los principios de *Material Design*, el sistema de diseño creado por *Google*. Esta biblioteca permite crear una interfaz de usuario agradable, responsiva y con muy buena accesibilidad. Todos los elementos visuales del sistema se crearan utilizando los componentes de MUI para brindar una experiencia de usuario estandarizada e intuitiva.

**PWA:** Las aplicaciones web progresivas (PWAs, por sus siglas en inglés) son una opción efectiva debido a su capacidad para combinar lo mejor de las aplicaciones web y nativas. Estas aplicaciones utilizan APIs y funciones avanzadas del navegador, junto con una estrategia de mejora progresiva, para ofrecer a los usuarios una experiencia similar a la de una aplicación nativa en múltiples plataformas. Otra de las ventajas más destacadas de las PWAs es su capacidad para funcionar sin conexión a Internet.

### Herramientas de la capa de seguridad

**WSO2 Identity Server 6.1.0:** Solución de gestión de identidad y acceso (IAM) de código abierto y orientada a la API que se especializa en la gestión de identidades de clientes. Esta plataforma proporciona un entorno altamente extensible y amigable para los desarrolladores, facilitando la federación, autenticación y administración de identidades en entornos empresariales y en la nube. Diseñada con una arquitectura abierta y centrada en APIs, WSO2 permite a las organizaciones gestionar identidades de manera eficiente y segura, adaptándose a las necesidades cambiantes del mercado. Una de las características más destacadas de WSO2 es su extensibilidad. La plataforma ofrece una arquitectura modular que permite a los desarrolladores personalizar y extender las funcionalidades según las necesidades específicas de la organización.

Esto es útil para entidades que requieren integraciones con sistemas existentes o personalizaciones en sus flujos de trabajo, WSO2 está diseñada para manejar un gran volumen de usuarios y transacciones, lo que la convierte en una opción ideal para organizaciones en crecimiento. Su capacidad para escalar horizontalmente permite a las empresas adaptarse rápidamente a cambios en la demanda. La interoperabilidad es otra ventaja clave de WSO2. La solución facilita la integración con diversas aplicaciones y servicios mediante estándares abiertos como *OAuth 2.0*, *OpenID Connect* y *SAML 2.0*. Esto asegura que las organizaciones puedan conectar

sus sistemas sin problemas, independientemente de la tecnología subyacente. Además, WSO2 incluye características robustas de seguridad, como autenticación multifactorial (MFA), gestión de políticas de acceso y auditoría, lo que permite a las organizaciones proteger sus datos sensibles y cumplir con regulaciones como el GDPR.

## Herramientas de la capa orquestación de servicios

**WSO2 API Manager:** Plataforma de código abierto, de gestión de APIs y cuenta con las características necesarias para la implementación de un *API Gateway* como son el control de tráfico, seguridad y autenticación, como se muestra en la **Figura No. 19**. Una de sus características más relevantes es su flexibilidad y capacidad de personalización al usuario. Permite la comunicación con distintos tipos de API como pueden ser *Rest*, *Soap* o *GraphQL*. Esto es un gran punto para poder ser usado en proyectos multiplataforma. Además, permite la protección de las APIs con distintas opciones de seguridad como pueden ser el control de acceso, la encriptación o la autenticación. También permite la creación de grupos de usuario para la configuración de seguridad y así crear medidas de seguridad personalizadas. Por otra parte, destaca la capacidad de integración con otros productos WSO2 como *WSO2 Identity Server* y *WSO2 Micro Integrator* lo que añade aún más funcionalidades para integrar lo que permite crear una plataforma coherente y completa. Otras funcionalidades relevantes de *WSO2 API Manager* son el monitoreo en tiempo real o la gestión de ciclo de vida de APIs, que permite a los usuarios gestionar cuando se publican y cuando se retiran las APIs. Además, cuenta con un portal para desarrolladores que permite a estos gestionar las APIs y realizar pruebas, y con un portal donde se publican y organizan las APIs ofreciendo un nivel de compartimentación de las APIs según el usuario que las va a consumir.

**API Gateway de WSO2:** componente esencial de la plataforma *WSO2 API Manager*. Proporciona un entorno de tiempo de ejecución y un componente de *web back-end* (un *proxy* de APIs) para las llamadas a la APIs. Se encarga de asegurar, proteger, gestionar y escalar las llamadas a la APIs interceptando las solicitudes de la APIs y aplicando políticas, como el control de flujo y la seguridad, utilizando controladores y gestionando las estadísticas de la APIs. Una vez que se valida una política, el *Gateway* pasa las llamadas al servicio *web* al *web back-end* real. Si la llamada al servicio es una solicitud de *token*, el *Gateway* la pasa directamente al *Key Manager*. La herramienta soporta las siguientes características para controlar el acceso y hacer cumplir la seguridad:

- Soporte para JWT, OAuth2.0, *Basic Auth*, *API Key*, *Mutual TLS*, y más.

- Soporte para la validación de suscripciones en memoria, que desacopla la dependencia en tiempo de ejecución del *Key Manager*.
- Aplicación de políticas de seguridad adicionales a las APIs (autenticación y autorización).
- Soporte para todos los tipos de concesión OAuth2.0 estándar y permite extensiones y adiciones a las concesiones.
- Funciona sin problemas con proveedores OAuth2.0 de terceros, estándar o propietarios.
- Permite bloquear suscripciones debido a no pago, abuso de la API.
- Asocia la API a niveles de servicio definidos por el sistema para cuotas y límites de tasa.
- Genera *tokens* web JSON para su consumo por parte de los servidores web *back-end*.
- Aprovecha XACML para la gestión de derechos y autorización de grano fino.
- Proporciona protección contra amenazas, detección de *bots* y detección de fraude de *tokens*.
- Soporta la detección de uso anormal del sistema a través de inteligencia artificial y aprendizaje automático.

**WSO2 Micro Integrator:** Es una solución integral que simplifica el trabajo de transformación digital. Agiliza la conectividad entre aplicaciones, servicios, datos y la nube mediante una experiencia de diseño gráfico de bajo código fácil de usar. Las opciones de implementación incluyen microservicios para una mayor flexibilidad.

### Herramientas de la capa de negocio

**Django:** framework de código abierto para aplicaciones web *back-end* basado en *Python*, uno de los principales lenguajes de desarrollo web. Sus principales objetivos son la simplicidad, la flexibilidad, la confiabilidad y la escalabilidad. Tiene su propio sistema de nombres para todas las funciones y componentes. También provee un panel de administración, con el que se considera más fácil trabajar. Además, *Django* proporciona una interfaz CRUD dinámica (crear, leer, actualizar y eliminar), configurada con modelos de administración y generada mediante introspección. CRUD se utiliza para describir los comandos básicos de la base de datos, lo que significa que la interfaz facilita la visualización, el cambio y la búsqueda de información. *Django* es uno de los 3 principales *frameworks* web de *Python* debido a sus puntos fuertes:

- Es rápido y sencillo: Uno de los principales objetivos de *Django* es simplificar el trabajo de los desarrolladores.

- Es seguro: La seguridad también es una alta prioridad para *Django*. Tiene uno de los mejores sistemas de seguridad listos para usar que existen y ayuda a los desarrolladores a evitar problemas de seguridad comunes.
- Estable: Django es muy bueno para el desarrollo web. Está probado en el tiempo por múltiples usuarios. Tiene una gran comunidad de apoyo a la que se accede a través de numerosos foros, canales y sitios web dedicados. *Django* posee una excelente documentación y se mantiene actualizado.

**Symfony (V6.2)**, es un entorno de trabajo estandarizado (*framework*) de código abierto enfocado en el lenguaje PHP, que se utiliza para el desarrollo de aplicaciones web. Se basa en el patrón diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), perfecto para separar la lógica de negocio de la interfaz de usuario, lo que propicia un código mucho más organizado, segmentado y eficiente. Además, ofrece las siguientes características:

- **Componentes reutilizables:** cuenta con más de 50 componentes independientes, completamente reutilizables. Cada uno puede ofrecer funcionalidades específicas y pueden usarse de manera aislada en cualquier proyecto PHP.
- **Enrutamiento flexible:** permite definir y gestionar las rutas de las URLs de manera fácil pero eficiente. Y es la responsable de responder correctamente a las peticiones de los usuarios y facilitar su experiencia dentro de la aplicación y de la web. Cuenta con una buena variedad de funciones para generar URLs automáticamente según las rutas definidas.
- **Gestión de sesiones:** dispone de herramientas para la gestión de sesiones, tales como bases de datos y sistemas de almacenamiento integrables. También te permite gestionar sesiones directamente por controlador, lo que te ayudará en caso de errores y problemas de sesión.
- **Internacionalización y localización:** facilita la internacionalización de aplicaciones web lo que hace posible traducir la aplicación y adaptarla a diferentes idiomas, dialectos y regiones, ofrece herramientas de traducción instantánea, localización, formatos de números y monedas.

### Herramientas de la capa de almacenamiento

**PostgreSQL:** Está considerado como la base de datos de código abierto más avanzada del mundo y es un SGBD *Object-Relational Database Management System (ORDBMS)*, o sea es similar a un *front-end* dentro de un BD relacional que permite que los datos sean grabados como objetos. Sin embargo, la BD puede ser accedida también como una BD relacional; pero lo más importante del modelo objeto-relacional es la implementación de los *User-Defineg-Types (UDTs)* y de los

*User-Defineg-Funtions* (UDFs) que son nuevos tipos de datos y nuevas funciones personalizadas por el usuario. *PostgreSQL* proporciona persistencia a los datos, gestiona BD de gran tamaño, soporta usuarios concurrentes y es capaz de recuperarse de fallos de *Software* y *Hardware* con gran facilidad, así como también proporciona una forma simple de consultar los datos; características que serán todas aplicables para el desarrollo de este trabajo, permitiendo obtener un producto de mayor calidad.

**MinIO:** es un sistema de almacenamiento de objetos de alto rendimiento y distribuido. Se ejecuta en *hardware* estándar y es 100% de código abierto con la licencia flexible GNU AGPL v3. MinIO fue diseñado desde su concepción para ser el estándar en el almacenamiento de objetos en la nube. Debido a que MinIO está construido para servir solo objetos, posee una arquitectura de capa única que logra que todas las funcionalidades necesarias se integren de forma nativa. El resultado es un servidor de objetos nativo de la nube escalable y ligero. Principales características:

- Almacenamiento de datos: MinIO puede ser utilizado para almacenar grandes cantidades de datos, como el contenido generado por los usuarios, como fotos y videos, para aplicaciones como plataformas de redes sociales.
- Almacenamiento en múltiples ubicaciones: MinIO puede ser utilizado para almacenar datos en múltiples proveedores de nube.
- Seguridad de datos: MinIO ofrece fuertes características de seguridad, como el cifrado del lado del servidor y el soporte para múltiples métodos de autenticación, que lo convierte en una buena opción para aplicaciones que necesitan proteger datos sensibles.
- Compatibilidad con estándares: MinIO es compatible con la API de Amazon S3, lo que facilita a los desarrolladores el uso de MinIO en sus aplicaciones para almacenar y recuperar datos de servicios de almacenamiento compatibles con S3.
- Formas de Integración.
- Cliente MinIO: El cliente MinIO proporciona comandos similares a los comandos de gestión de archivos Unix, como `cp` y `ls`, pero está diseñado para sistemas de almacenamientos locales y remotos. Es totalmente compatible con AWS S3, y su sintaxis imita la del cliente de AWS (*Amazon Web Services*).
- SDK de MinIO: El SDK (Kit de Desarrollo de *Software*) de MinIO permite interactuar con MinIO a través de la programación. Existen varios SDKs compatibles con Go, *Python*, *Node.js*, .NET, *Haskell* y Java. Los SDKs pueden realizar las mismas acciones que el Cliente MinIO con la herramienta de línea de comandos y la consola de administración.

- Interfaz de usuario web de MinIO: Es otra forma de administrar los datos en una implementación de MinIO. Con la implementación centralizada, es accesible desde un navegador web.
- Integración con WSO2 y *Apache Hop*: Configurar WSO2 para usar MinIO como proveedor de identidad: WSO2 es un servidor de identidad de código abierto que se puede configurar para generar *tokens* de identidad autónomos. Para usar MinIO con WSO2, debes configurar WSO2 para que genere *tokens* JWT en lugar de los *tokens* de identidad predeterminados.
- Conector MinIO en WSO2 *Micro Integrator*: Este conector permite interactuar con MinIO desde WSO2 *Micro Integrator*, usando MinIO como un almacenamiento de objetos en los flujos de trabajo de WSO2.

**SQLite:** es una potente herramienta de gestión de bases de datos relacionales. Es un sistema libre, *open source* y muy ligero, lo cual lo hace perfecto para usar en dispositivos con sistemas operativos móviles, así como en ordenadores.

### Principales características de WSO2 Identity Server

**Gestión de cuentas de usuario:** Proporciona un sistema de administración de usuarios centralizado que gestiona de forma segura y eficiente las identidades de los usuarios, y define y gestiona los derechos de acceso. Utiliza control de acceso basado en roles (RBAC) para administrar permisos y derechos de acceso de los usuarios en función de sus roles. Reduce los costos administrativos y facilita el cumplimiento de las normas de privacidad. Tiene la capacidad de utilizar almacenes de usuarios secundarios como *LDAP* además del almacén de usuarios principales. Tiene funciones como registro de usuario por parte del administrador, auto registro, restablecimiento y recuperación de contraseña, definición de políticas de contraseña, recuperación de cuenta, bloqueo de cuenta, suspensión de cuenta y desactivación de cuenta.

**Inicio de sesión único (SSO):** Permite a los usuarios utilizar el mismo conjunto de credenciales de usuario en varias aplicaciones. Funciona como un servidor de administración de usuarios centralizado para proporcionar autenticación y administración de usuarios a varias aplicaciones como se muestra en la **Figura No.15**. Los usuarios pueden acceder a cualquier cantidad de aplicaciones a través del WSO2 *Identity Server* utilizando el mismo conjunto de credenciales que se almacenan en el Servidor de identidad WSO2. Con SSO, los usuarios no necesitan recordar varios nombres de usuario y contraseñas para diferentes aplicaciones, lo que mejora su experiencia. Dado que proporciona una gestión de autenticación más centralizada, el sistema es resistente a una filtración de datos.

Utiliza múltiples factores de autenticación para proporcionar una autenticación sólida. Estos factores se pueden clasificar como conocimiento, posesión e inherencia. La MFA previene las vulnerabilidades de seguridad que surgen debido a la autenticación basada en contraseña. Una autenticación adaptativa significa que los factores de autenticación se deciden en función del nivel de riesgo del usuario y la naturaleza de la actividad. Con la autenticación adaptativa, los factores de autenticación difieren según el dispositivo de acceso, lo que facilita a los usuarios el uso de las aplicaciones. WSO2 *Identity Server* utiliza autenticación adaptativa para un uso eficiente y conveniente de MFA.

**LDAP:** WSO2 Identity Server tiene la capacidad de utilizar almacenes de usuarios secundarios como LDAP (Protocolo de Acceso a Directorio Ligerero), es un protocolo de software abierto y multiplataforma utilizado para la autenticación y la comunicación en los servicios de directorio. Proporciona el lenguaje que las aplicaciones utilizan para comunicarse entre sí en los servicios de directorio, que almacenan cuentas de computadoras, usuarios y contraseñas y las comparten con otras entidades en las redes. Tiene una amplia gama de usos, pero el más popular es como un centro para que las organizaciones gestionen la autenticación. Es muy efectivo para ayudar a las organizaciones a almacenar, gestionar y acceder a nombres de usuario y contraseñas en sus redes y aplicaciones. Si las organizaciones utilizan los plugins adecuados, les permite almacenar y verificar las credenciales cada vez que un usuario intenta acceder a aplicaciones, directorios y sistemas.

Las credenciales de LDAP no sólo implican las combinaciones estándar de nombre de usuario y contraseña. El protocolo también puede utilizarse para gestionar otros atributos organizativos, como almacenar direcciones, datos estructurales y números de teléfono, lo que lo hace crucial para la gestión y protección de las identidades de los usuarios.

**Node Middleware:** *Software* que se encuentra entre dos sistemas; la vista y el contenedor de *APIs*. Básicamente, un *middleware* funciona como una capa de traducción oculta y permite la comunicación y la gestión de datos para aplicaciones distribuidas. En este caso específico brinda a los sistemas un nivel de seguridad a distintos niveles:

- Autenticidad: Externamente solo permite realizar peticiones provenientes desde el sitio oficial, e internamente solo permite la comunicación con su contenedor Nginx correspondiente, al ser el que dirige las peticiones al mismo. Esto les dificulta a agentes externos el acceso directo a los servicios, producto a que debe realizarse mediante las vías expresadas.

- **Autenticación:** Es el encargado de obtener la información del usuario autenticado y con la misma generar un token de acceso, utilizando los estándares de JWT (mencionados anteriormente), este se envía como cookie en la respuesta junto a la información del perfil. Este token es requerido para consumir servicios en lo adelante.
- **Autorización:** Comprueba en cada petición, que el usuario que está siendo usado posee los permisos para acceder al servicio que está encuestando y que su sesión se encuentra activa realmente y valida el token de acceso al mismo.
- **Confidencialidad:** El método de control de acceso a los servicios solo es conocido por él y se maneja internamente una vez que se haya comprobado que el acceso a los mismos es auténtico y está autorizado.

**Express:** Marco de aplicación web *back-end* para crear API *RESTful* con *Node.js*, lanzado como *software* gratuito y de código abierto bajo la licencia MIT. Está diseñado para crear aplicaciones web y API. Se le ha llamado el marco de servidor estándar de facto para *Node.js*. Este marco de trabajo proporciona una capa de abstracción sobre el manejo de rutas, gestión de peticiones y respuestas, y manejo de *middleware*. Simplifica tareas comunes en el desarrollo *web*, como el enrutamiento, el manejo de sesiones, la gestión de *cookies* y el procesamiento de formularios. El *middleware* está basado en este *framework* debido a las capacidades antes mencionadas, su velocidad de respuesta, sus requisitos de funcionamiento y su capacidad nativa de ejecutar procesos asincrónicamente.

**Crypto:** *CryptoJS* es una colección cada vez mayor de algoritmos criptográficos estándares y seguros implementados en *JavaScript* utilizando mejores prácticas y patrones. Son rápidos y tienen una interfaz consistente y simple. Se utiliza para la conformación de valores requeridos por el estándar *OpenID* para la correcta autenticación en proveedores de identidad.

## Funcionalidades de Processmaker

*Processmaker* es una aplicación capaz de aglutinar numerosas herramientas para ayudar a definir los procesos empresariales.

- Comienza por una herramienta para la definición de diagramas, que se usa para especificar cada uno de los pasos del *workflow* de una empresa: qué decisiones se deben tomar, cómo actuar ante cualquier situación, cómo las decisiones afectan al proceso, entre otros aspectos. Estos diagramas se crean de manera sencilla, por medio de un panel con múltiples controles, que se pueden arrastrar y soltar. Es una herramienta rápida de usar, pensada para facilitar el mantenimiento y la creación de los esquemas de trabajo.

- El segundo paso en *Processmaker* es la creación de formularios dinámicos, mediante los que los empleados pueden introducir los datos de cada acción desempeñada por la organización, documentando sus actuaciones y los resultados que esta ha producido. Estos formularios también se crean de manera muy sencilla, mediante controles que se arrastran a los lugares donde deben aparecer en el formulario.
- Una vez creados los formularios, son accesibles por los empleados en una plataforma a la que se accede mediante su usuario y contraseña. Mediante los formularios en ejecución, los empleados pueden documentar los procesos de la organización, generando una información valiosa para el negocio. El sistema de formularios produce unas pantallas de aplicación que son perfectamente adaptables al dispositivo donde se están visualizando, como un monitor de ordenador, una pequeña pantalla de un móvil o tableta, y al ser accesibles vía web, los empleados pueden incluir información en el sistema desde cualquier lugar.
- Toda la información recabada por el *BPM* se almacena en una base de datos, de modo que se puede consultar más adelante, en tiempo real. Los administradores pueden acceder a los datos de cualquier acción o proceso iniciado en la empresa.
- Por último, *Processmaker* ofrece una completa herramienta capaz de configurar informes, con el objetivo de analizar los procesos de la organización y la información recabada por el sistema. Los informes también son perfectamente configurables, con diagramas y estadísticas, con todo el detalle que el equipo de gestores requiera. El sistema incorpora en este punto numerosas herramientas de inteligencia de negocio que pueden ofrecer una valiosa información sobre la marcha del negocio, la productividad y los posibles problemas que las organizaciones puedan presentar.

### Características de las herramientas para el análisis de indicadores

**Apache Hop:** es una herramienta poderosa para la integración de datos y la creación de flujos de trabajo. Su enfoque en la simplicidad y facilidad de uso, junto con su capacidad para escalar y manejar grandes volúmenes de datos, lo convierten en una opción atractiva para las organizaciones que buscan extraer valor de sus datos. *Apache Hop* ofrece una interfaz de usuario gráfica para la creación de flujos de trabajo de integración de datos. Esto facilita la construcción y visualización de procesos complejos. *Apache Hop* puede integrarse con una variedad de fuentes de datos, incluyendo bases de datos relacionales, archivos planos, fuentes de datos en tiempo real, servicios web y más. Para almacenar y analizar los indicadores

asociados a las acciones climáticas se construirá un almacén de datos (*datawarehouse*). Esto conlleva implementar los flujos de datos o *pipeline* en *Apache Hop*. Un *pipeline* consta de una cadena de transformaciones y cada transformación realiza una operación en los datos: lee desde una fuente, opera con datos en la transformación y escribe en el *datawarehouse*.

Un *datawarehouse*, es una herramienta de almacenamiento de datos que surgió como respuesta a la necesidad de tener un sistema de almacenamiento de datos fluido y metódico. Se utiliza principalmente para recopilar, clasificar y almacenar datos de importancia sustancial en un formato que facilita el análisis y la toma de decisiones.

**Mondrian:** es el motor OLAP integrado en la suite de *Business Intelligence Open Source de Pentaho*. OLAP es una tecnología que permite a los usuarios analizar información de múltiples dimensiones de datos, a menudo en varias formas de agregación. Los servidores OLAP como *Mondrian* proporcionan una forma optimizada de consultar y analizar grandes cantidades de datos. *Mondrian* es un proyecto de código abierto, lo que significa que su código fuente está disponible para ser visto, modificado y distribuido por cualquier persona. Está licenciado bajo la *Mozilla Public License (MPL)*, que es una de las licencias más amigables para los negocios. Esto significa que es menos restrictiva en términos de cómo se puede usar el *software*. Por ejemplo, permite modificar, incrustar y modularizar el *software* sin restricciones.

El servidor OLAP de *Mondrian* permite a los usuarios consultar y analizar datos en tiempo real, proporcionando una vista multidimensional de los datos. Esta vista multidimensional permite a los usuarios navegar por los datos en varios niveles de detalle, desde resúmenes de alto nivel hasta transacciones individuales. Además, *Mondrian* soporta una amplia gama de operaciones de análisis, incluyendo operaciones de corte y dado, que permiten a los usuarios cambiar la orientación de los datos, y operaciones de hacia-abajo y hacia-arriba, que permiten a los usuarios navegar a través de los niveles de detalle de los datos. El servidor OLAP *Mondrian* está embebido dentro del *framework* de *Java Spring Boot*.

**Spring Boot** es un marco de trabajo basado en Java de código abierto que facilita el desarrollo de aplicaciones web y microservicios. Se basa en *Spring Framework*, un marco de trabajo empresarial de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones independientes de producción. Permite crear aplicaciones que se ejecutan de forma independiente sin depender de un servidor web externo. Durante el proceso de inicialización, se integra un servidor web en la aplicación, lo que le permite funcionar de manera autónoma. Además, utiliza la configuración automática para inicializar las

aplicaciones con dependencias predefinidas, eliminando la necesidad de configuración manual y acelerando el proceso de desarrollo. *Spring Boot* facilita la creación de API-REST debido a su soporte integrado para *Spring MVC* (Modelo-Vista-Controlador) y su capacidad para automatizar la configuración. La creación de API-REST en *Spring Boot* permite interactuar con cualquier cliente que pueda hacer solicitudes HTTP y son inherentemente escalables, lo que significa que pueden manejar una gran cantidad de solicitudes simultáneas sin afectar el rendimiento. Además, cada solicitud es independiente de las demás, lo que permite que los recursos se distribuyan fácilmente en múltiples servidores si es necesario.