

Programma di Cooperazione Interreg V – A Italia-Francia “Marittimo 2014 2020”

## ALACRES2

Servizio avanzato di Laboratorio per Crisi ed Emergenze, in porto nello Spazio di cooperazione dell'alto tirreno, basato su Simulazione

T\_2\_2\_3

Architettura ALACRES2

dicembre 2021

ALACRES2 prevede la realizzazione di un Laboratorio Virtuale che consenta di simulare e studiare nuove procedure e nuove soluzioni tecnologiche e gestionali per la gestione di incidenti e crisi in ambito portuale e nelle acque antistanti. Qui di seguito si presenta l'architettura della soluzione ALACRES2

## Architettura Logica

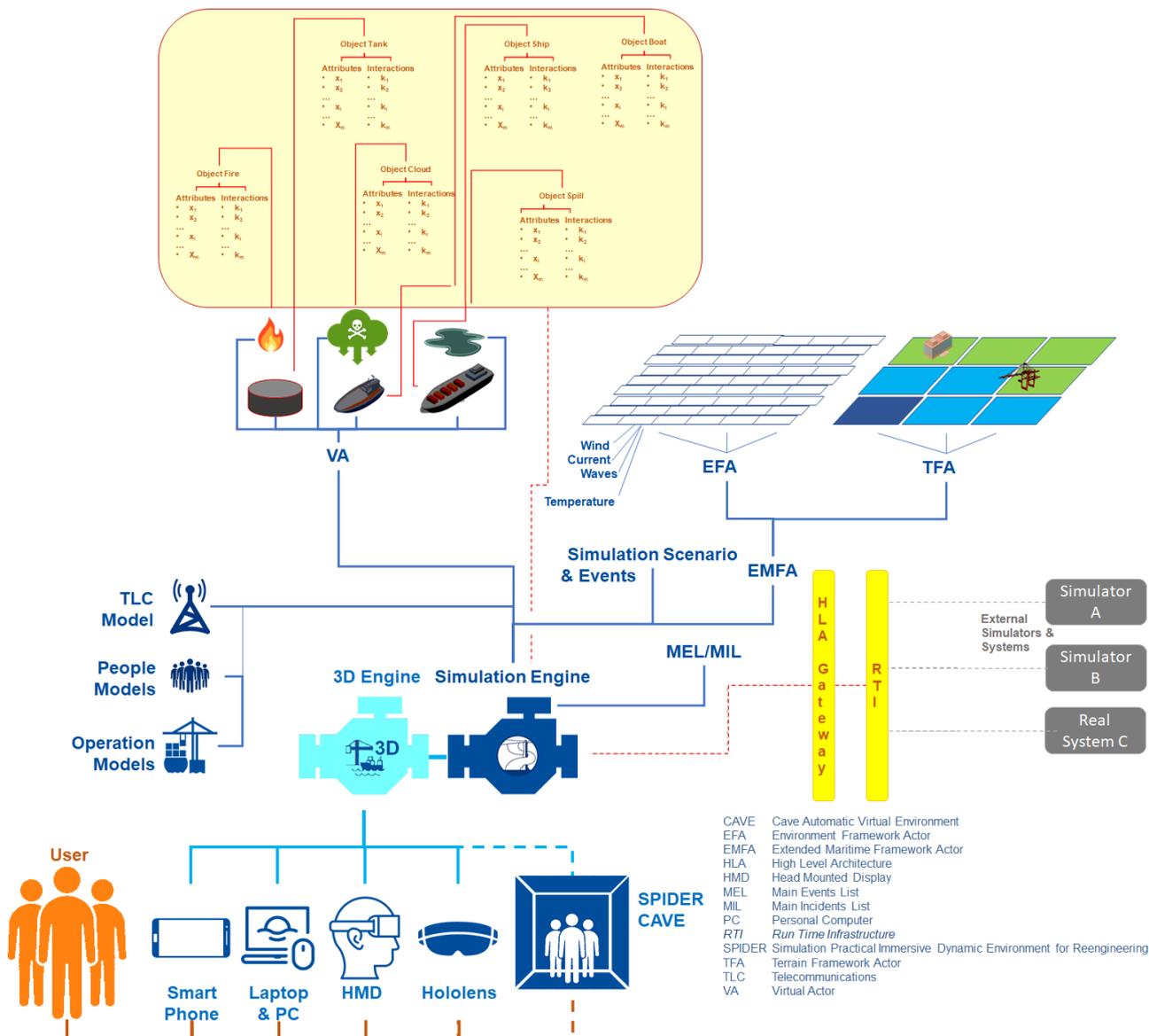
Il sistema prescelto per la realizzazione del Laboratorio Virtuale si è basato un sistema di simulazione che adotta il paradigma MS2G (Modeling, interoperable Simulation & Serious Games); nello sviluppo del progetto si è deciso di creare un motore di simulazione ad hoc di tipo ibrido che combina simulazione stocastica integrata con approccio euleriano con quella ad eventi discreti stocastici. L'ambiente di sviluppo è 3D e si appoggia su uno dei principali motori in uso, mentre il codice è stato poi implementato dal gruppo del Simulation Team di Genoa in C#. Per quanto riguarda le logiche di interoperabilità il simulatore è stato progettato per essere aperto ad estendersi anche con possibili integrazioni con altri simulatori tramite lo standard HLA (High Level Architecture) anche se non sono state condotte sinora sperimentazioni specifiche preferendo concentrarsi sui modelli specifici di ALACRES2, tuttavia questo consente la possibilità di estendere ulteriormente le capacità del Laboratorio.

L'architettura logica prevede che ciascun attore della simulazione abbia un suo modello che comprende sia le sue caratteristiche fisiche, funzionali e comportamentali, quindi per esempio una bettolina (i.e. una piccola nave destinata al bunkeraggio avrà un suo modello geometrico inserito all'interno dell'oggetto che comprende le caratteristiche del suo impianto propulsivo e delle altre caratteristiche tecniche racchiuse in modelli associati così come la sua logica comportamentale (e.g. logica per raggiungere una destinazione evitando collisioni e rispettando regole di navigazione). Questi oggetti logici detti Virtual Actors rappresentano potenzialmente i Digital Twins che corrispondono alle entità attive e passive rilevanti per la simulazione.

Tutti i Virtual Actors hanno associati i loro attributi e le loro specifiche interazioni, così come i modelli che ne regola l'evoluzione in funzione anche dell'interazione con altri attori e con l'ambiente esterno. L'ambiente esterno stesso è un Virtual Actor (VA) particolare, detto Environmental Framework Actor (EFA) che include le caratteristiche dinamiche meteomarine di una specifica porzione dello scenario in esame. In modo analogo un altro particolare Virtual Actor è il terreno che rappresenta il layout del porto, le sue batimetrie, le sue infrastrutture, i suoi equipaggiamenti e le costruzioni circostanti (Terrain Framework Actor, TFA). Ciascuno di questi Actor è costruito gerarchicamente per coprire i diversi layers e le diverse aree e spazi che insistono sul comune EMFA (Extended Maritime Framework Actor). Gli altri attori interagiscono tra loro tramite il motore di simulazione comune che provvede a far avanzare il tempo considerando gli eventi che accadono per ragioni esterne stocastiche (e.g. incendio), iniettate da istruttore (e.g. malfunzionamento di un mezzo), o predefinite (e.g. cambio climatico); ovviamente molti eventi sono invece generati dall'interazione dinamica degli attori della simulazione (e.g. collisione o spegnimento incendio). In particolare diventa possibile affiancare ad uno scenario delle MEL/MIL (Main Event List/Main Incident List) per creare la crisi che poi

a loro volta, grazie alla simulazione dinamica possono generare tramite effetto domino ed altri elementi ulteriori eventi critici. Infatti, tutti questi eventi possono attivare azioni e reazioni conseguenti così come le azioni condotte dagli attori.

L'Architettura Logica è riportata nello schema seguente:



La Run Time Infrastructure (RTI) è la componente che deve essere aggiunta nel caso si desidera federare Simulatori esterni o sistemi ed equipaggiamenti reali esterni nel Laboratorio Virtuale utilizzando lo Standard HLA. Come si vede oltre a includere i modelli comportamentali negli Oggetti interni ai VA è possibile anche creare modelli esterni trasversali dedicati a settare parametri che contribuiscono a definire lo scenario di simulazione

## Programme de coopération Interreg V - Italie-France "Maritime 2014 2020"

# ALACRES2

service très Avancé de Laboratoire pour les Crises et les situations d'Émergence, en Situation portuaires dans l'espace de coopération de la haute mer Tyrrhénienne, basé sur la Simulation

T2\_2\_3

## Architecture de ALACRES2

Décembre 2021



ALACRES2 prévoit la création d'un Laboratoire Virtuel qui permet de simuler et d'étudier de nouvelles procédures et de nouvelles solutions technologiques et managériales pour la gestion des accidents et des crises dans la zone portuaire et dans les eaux en amont. L'architecture de la solution ALACRES2 est présentée ci-dessous

## Architecture Logique

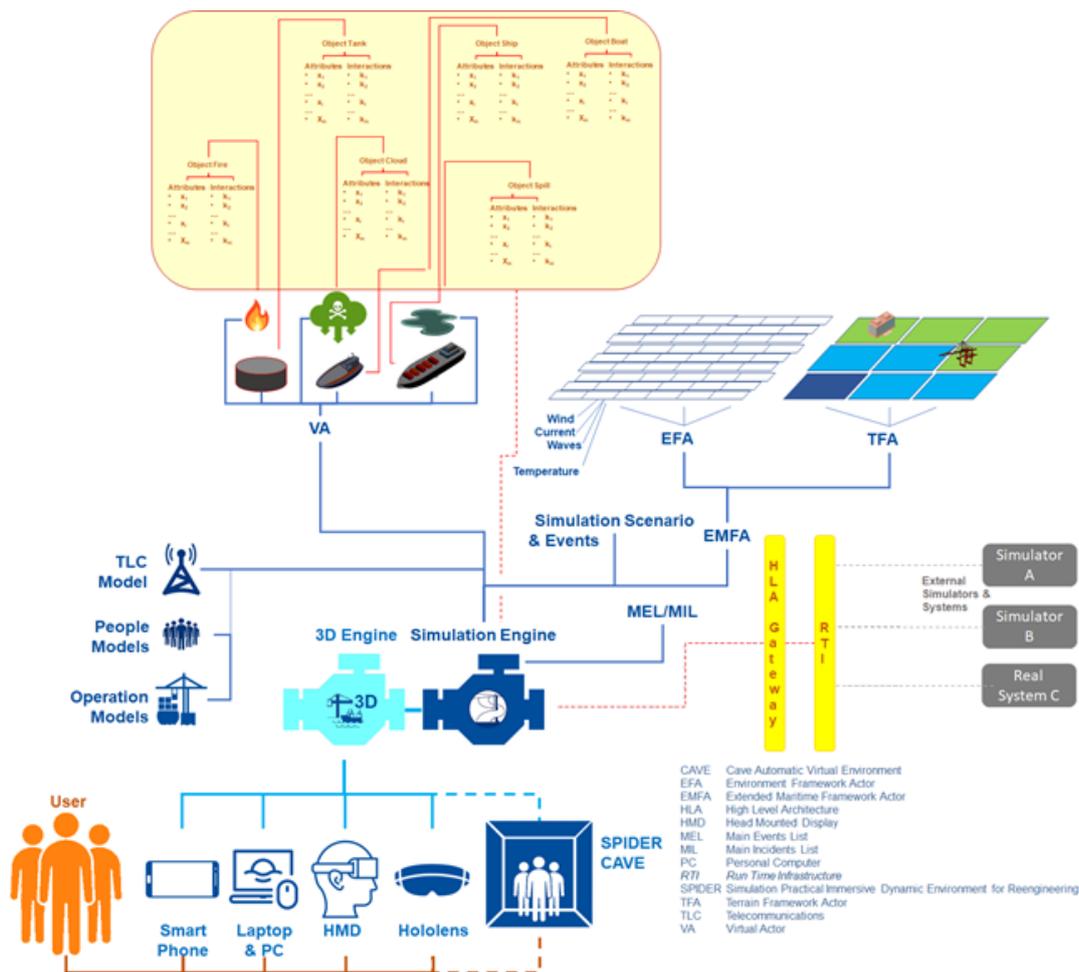
Le système choisi pour la réalisation du Laboratoire Virtuel était basé sur un système de simulation qui adopte le paradigme MS2G (Modélisation, Simulation interopérable & Serious Games) ; dans le développement du projet, il a été décidé de créer un moteur de simulation de type hybride ad hoc qui combine la simulation stochastique intégrée avec l'approche eulérienne avec celle des événements stochastiques discrets. L'environnement de développement est en 3D et s'appuie sur l'un des principaux moteurs en usage, tandis que le code a ensuite été implémenté par l'équipe de simulation de Gênes en C#. En ce qui concerne la logique d'interopérabilité, le simulateur a été conçu pour être ouvert pour s'étendre également avec d'éventuelles intégrations avec d'autres simulateurs via la norme HLA (High Level Architecture) même si aucune expérience spécifique n'a été menée jusqu'à présent, préférant se concentrer sur les modèles spécifiques d'ALACRES2, mais cela permet la possibilité d'étendre encore les capacités du Laboratoire.

L'architecture logique prévoit que chaque acteur de la simulation a son propre modèle qui comprend à la fois ses caractéristiques physiques, fonctionnelles et comportementales, ainsi par exemple une barge (c'est-à-dire un petit navire destiné au soutage) aura son propre modèle géométrique inséré à l'intérieur de l'objet qui comprend les caractéristiques de son système de propulsion et d'autres caractéristiques techniques contenues dans les modèles associés ainsi que sa logique comportementale (ex. logique pour atteindre une destination en évitant les collisions et en respectant les règles de navigation). Ces objets logiques appelés Acteurs Virtuels représentent potentiellement des Jumeaux Numériques qui correspondent aux actifs et les entités passives pertinentes pour la simulation.

Tous les Acteurs Virtuels ont associé leurs attributs et leurs interactions spécifiques, ainsi que les modèles qui régulent leur évolution en fonction de l'interaction avec d'autres acteurs et avec l'environnement extérieur. L'environnement extérieur lui-même est un Acteur Virtuel (VA) particulier, appelé Acteur Cadre Environnemental (Environment Framework Actor, EFA) qui inclut les caractéristiques météorologiques dynamiques d'une partie spécifique du scénario considéré. De même, un autre Acteur Virtuel particulier est le terrain qui représente l'aménagement du port, sa bathymétrie, ses infrastructures, ses équipements et les bâtiments environnants (Terrain Framework Actor, TFA). Chacun de ces Acteurs est hiérarchisé pour couvrir les différentes strates et les différents domaines et espaces qui insistent sur l'EMFA (Extended Maritime Framework Actor) commun. Les autres acteurs interagissent entre eux via le moteur de simulation commun qui avance le temps en considérant les événements qui se produisent pour des raisons externes stochastiques (ex : incendie), injectées par l'instructeur (ex : dysfonctionnement d'un véhicule), ou prédéfinies (ex : changement climatique) ;

évidemment, de nombreux événements sont plutôt générés par l'interaction dynamique des acteurs de la simulation (par exemple, collision ou extinction d'incendie). En particulier, il devient possible de combiner un scénario MEL/MIL (Main Event List/Main Incident List) pour créer la crise qui à son tour, grâce à la simulation dynamique, peut générer d'autres événements critiques par effet domino et d'autres éléments. En effet, tous ces événements peuvent déclencher des actions et réactions conséquentes ainsi que les actions menées par les acteurs.

L'architecture logique est illustrée dans le schéma suivant :



La Run Time Infrastructure (RTI) est le composant qui doit être ajouté si vous souhaitez fédérer des simulateurs externes ou des systèmes et équipements réels externes dans le laboratoire virtuel en utilisant le standard HLA. Comme vous pouvez le voir, en plus d'inclure les modèles comportementaux dans les objets internes à la VA, il est également possible de créer des modèles externes transversaux dédiés à la définition des paramètres qui aident à définir le scénario de simulation.