

# Metamodelo Conceptual para ZeroTrust

Daniel San Martín

16 de octubre de 2025

## 1. Entidades del Metamodelo (Vista Conceptual)

Este documento describe las entidades que componen el metamodelo conceptual propuesto para el proceso de diseño basado en los principios *Zero Trust* (ZT-from-ASRs  $\rightarrow$  Escenarios  $\rightarrow$  Tácticas). Cada entidad se define según su propósito, rol semántico y relaciones principales con las demás.

### 1.1. QualityAttribute (Atributo de Calidad)

**Propósito.** Representa una propiedad de calidad del sistema que debe alcanzarse o mantenerse (por ejemplo, Auditabilidad, Integridad, Disponibilidad, Confidencialidad). **Rol semántico.** Constituye la meta central que orienta la definición de escenarios y la selección de tácticas. **Relaciones.**

- Es *especificado por* una entidad **ASR**.
- Es *impactado* (positiva o negativamente) por una **Influence**, generada por un principio ZT.
- Se *contextualiza* en uno o varios **Scenario**.
- Es *satisfecho o protegido* por una **SecurityTactic**.

### 1.2. ASR (Architecturally Significant Requirement)

**Propósito.** Define un requerimiento arquitectónicamente significativo que refina o concreta un atributo de calidad. **Rol semántico.** Actúa como puente entre las necesidades de los interesados y los objetivos de calidad del sistema. **Relaciones.**

- *Especifica* un **QualityAttribute**.
- *Da origen a* uno o más **Scenario** donde el atributo de calidad se analiza o garantiza.

### 1.3. ZTPrinciple (Principio Zero Trust)

**Propósito.** Representa una estrategia de seguridad fundamental (por ejemplo, Menor Privilegio, Monitoreo Continuo, Verificación Explícita, Asumir Compromiso). **Rol semántico.** Expresa la intención estratégica que guía las decisiones arquitectónicas. **Relaciones.**

- *Genera* una o más **Influence** sobre los atributos de calidad.
- *Se operacionaliza en* uno o varios **Scenario**.
- *Es implementado por* una o más **SecurityTactic**.

### 1.4. Influence (Influencia)

**Propósito.** Representa la relación de contribución del modelo *Softgoal Interdependency Graph* (SIG), expresando el efecto de un principio ZT sobre un atributo de calidad. **Rol semántico.** Indica que un principio *impacta* o *afecta* un atributo de calidad, especificando la polaridad del efecto (positivo o negativo). **Relaciones.**

- *Es generada por* un **ZTPrinciple**.
- *Impacta* (positiva o negativamente) un **QualityAttribute**.

### 1.5. Scenario (Escenario)

**Propósito.** Define una situación arquitectónica concreta donde un atributo de calidad se pone a prueba o se garantiza, considerando contexto, actores, recursos y respuesta esperada. **Rol semántico.** Representa la unidad operativa del análisis (hoja del árbol de utilidad) que conduce a la selección de tácticas. **Relaciones.**

- *Contextualiza* un **QualityAttribute**.
- *Se fundamenta en* uno o más **ZTPrinciple**.
- *Genera* **TacticCandidates** mediante la extracción de palabras clave o reglas heurísticas.
- *Se implementa mediante* una **TacticDecision**.

### 1.6. SecurityTactic (Táctica de Seguridad)

**Propósito.** Representa una decisión o mecanismo arquitectónico reutilizable que contribuye al cumplimiento de atributos de calidad y a la implementación de principios ZT (por ejemplo, Registro de Auditoría, Autenticación Multifactor, Segmentación de Red). **Rol semántico.** Constituye el medio concreto para materializar los principios y alcanzar los objetivos de calidad. **Relaciones.**

- *Implementa o materializa* uno o varios **ZTPrinciple**.

- *Satisface o protege* uno o varios **QualityAttribute**.
- *Es seleccionada por* una **TacticDecision**.
- *Es propuesta por* una **TacticCandidate**.

## 1.7. TacticCatalog (Catálogo de Tácticas)

**Propósito.** Constituye la base de conocimiento reutilizable que contiene las tácticas de seguridad disponibles. **Rol semántico.** Fuente de descubrimiento y selección para las decisiones arquitectónicas. **Relaciones.**

- *Contiene* un conjunto de **SecurityTactic**.

## 1.8. TacticCandidate (Táctica Candidata)

**Propósito.** Representa una coincidencia o propuesta de táctica encontrada durante la búsqueda automática o asistida a partir de un escenario. **Rol semántico.** Corresponde a una etapa exploratoria del proceso de diseño. **Relaciones.**

- *Se propone para* un **Scenario**.
- *Hace referencia a* una **SecurityTactic** del catálogo.

## 1.9. TacticDecision (Decisión Táctica)

**Propósito.** Representa la consolidación final de tácticas seleccionadas para implementar un escenario arquitectónico específico. **Rol semántico.** Marca el compromiso de diseño que se traduce en artefactos arquitectónicos. **Relaciones.**

- *Implementa o responde a* un **Scenario**.
- *Selecciona o consolida* una o más **SecurityTactic**.

## 1.10. TraceLink (Enlace de Trazabilidad)

**Propósito.** Mantiene la trazabilidad de extremo a extremo entre los artefactos generados a lo largo del proceso de diseño. **Rol semántico.** Permite preservar el razonamiento y la evidencia de cumplimiento de los objetivos de calidad. **Relaciones.**

- *Conecta* las entidades **ASR** → **Scenario** → **SecurityTactic** → **Artifact** (por ejemplo, IaC, política o código).

### 1.11. Conjunto de Evaluación (Opcional)

**Propósito.** Permite medir y validar empíricamente la efectividad del proceso de selección de tácticas. **Entidades incluidas.**

- **GroundTruth:** conjunto de tácticas correctas por escenario, validadas por expertos.
- **Subject / SubjectRun:** participantes y sus elecciones de tácticas.
- **MetricDef / Measurement:** métricas (precisión, exhaustividad, exactitud) y sus valores observados.
- **Hypothesis / TestResult:** hipótesis estadísticas y resultados de contraste (por ejemplo, prueba de Mann–Whitney).

**Rol semántico.** Evalúa la efectividad del modelo de descubrimiento y selección de tácticas, proporcionando evidencia cuantitativa.