



UNIVERSITÀ DI PISA
Master Degree in Data Science
& Business Informatics

11-04-2025 | Matricola 667031
Department of Computer Science
Academic Year 2024/2025

An Automatic, User-friendly Framework for Translating BPMN diagrams to Petri Nets

Relazione della prova finale di **Andrea Napolitano**

Relatore: **Roberto Bruni**



Business Process Modeling

Perché ci interessiamo di questo campo?

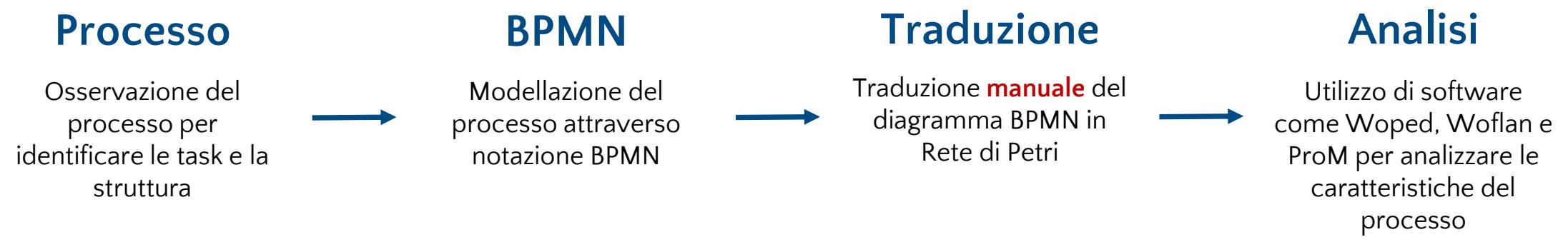
Il Business Process Modeling (BPM) è l'attività di **rappresentazione dei processi** aziendali dove manager ed analisti tendono a **migliorare l'efficienza e l'efficacia** dei processi aziendali, ovvero a **ridurre i costi** e ad **accrescere la qualità** intesa come soddisfazione del cliente.

Fonte: Wikipedia

BPM Workflow



Flusso di lavoro per efficientare i processi



Processo Singolo

Esempio di acquisto di un ordine

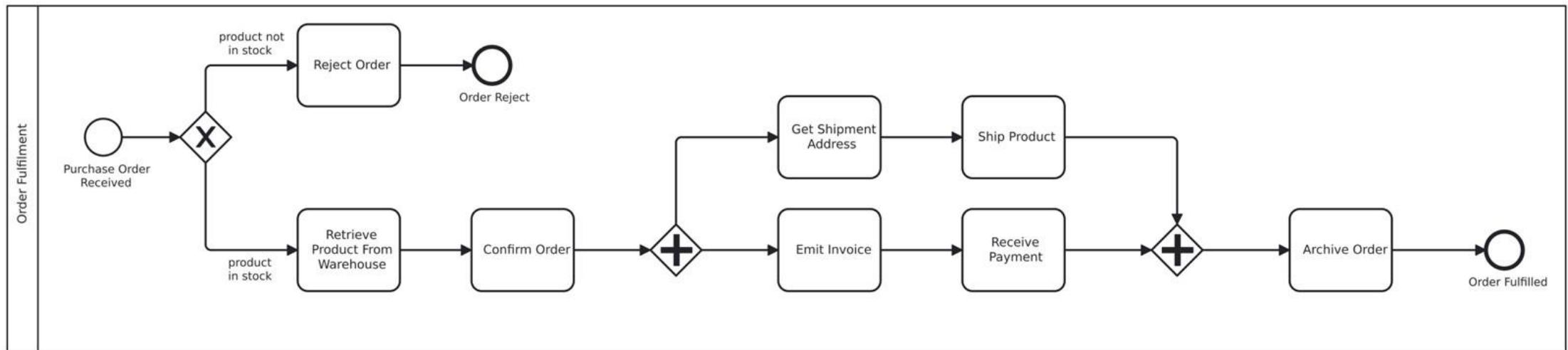
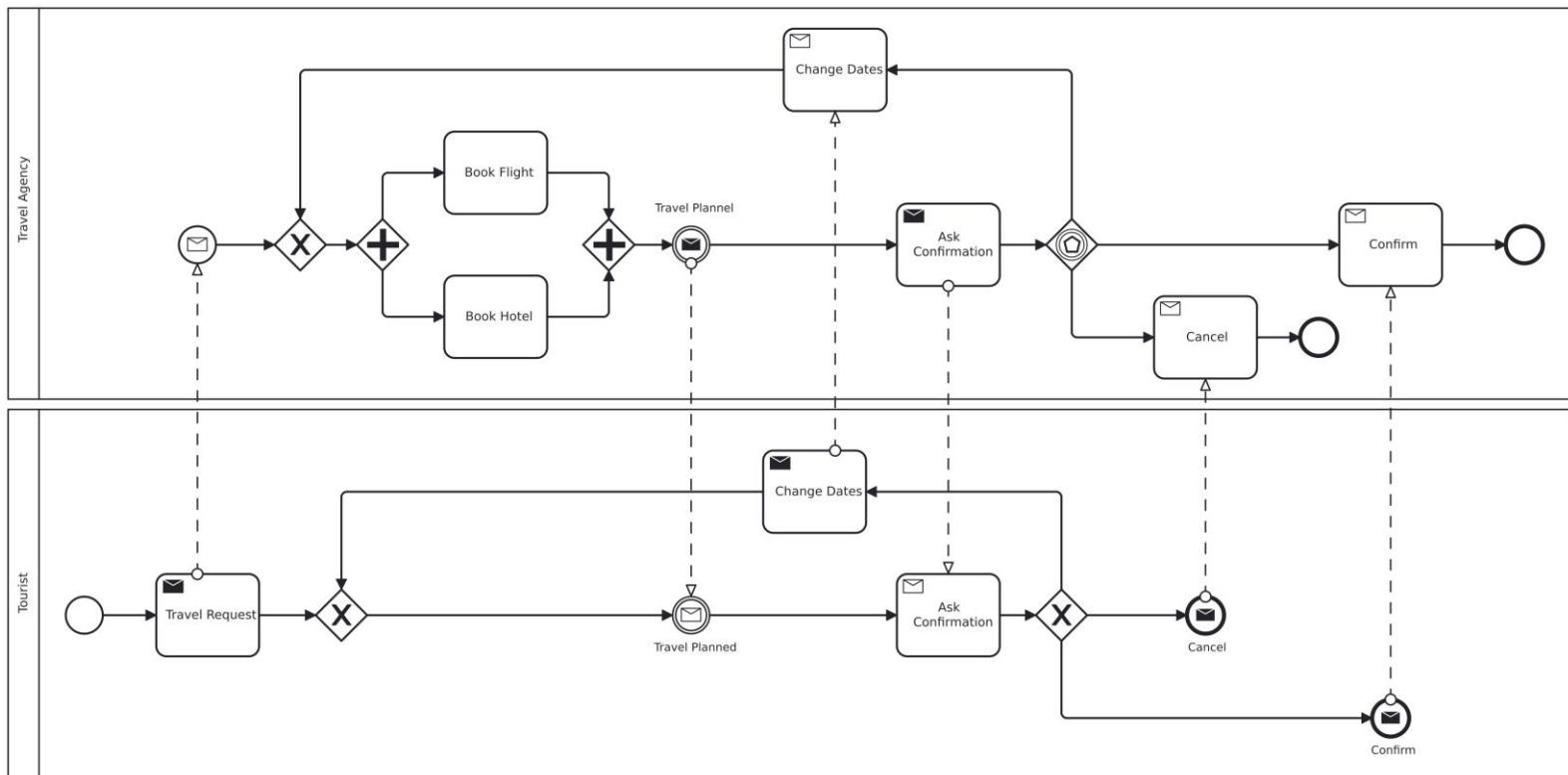
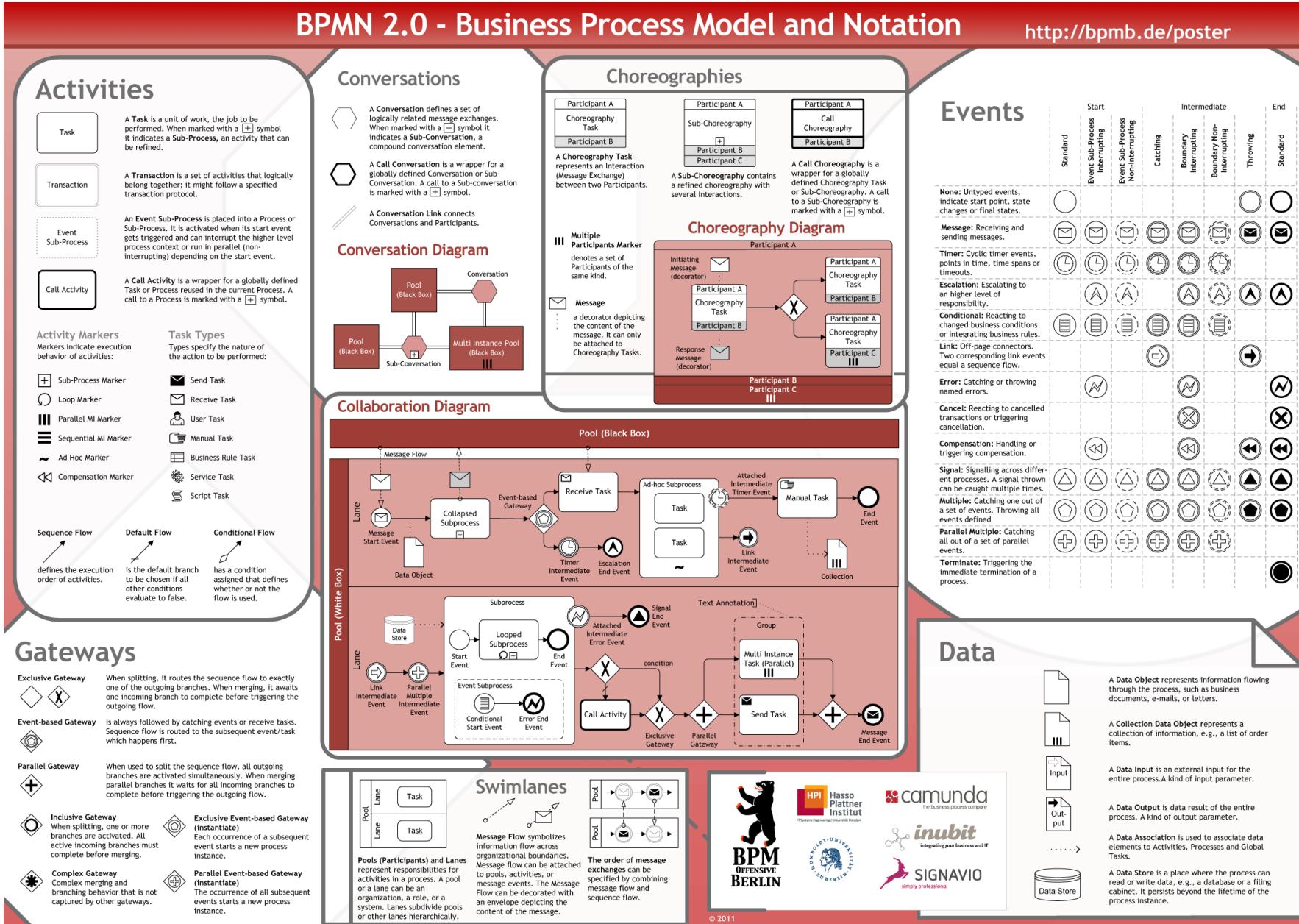


Diagramma di Collaborazione

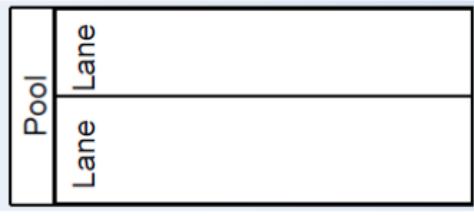
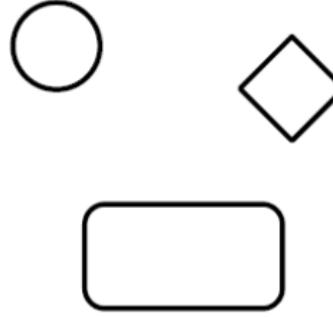
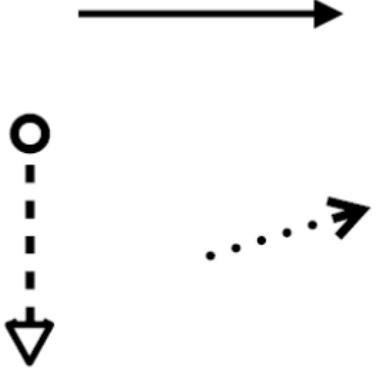
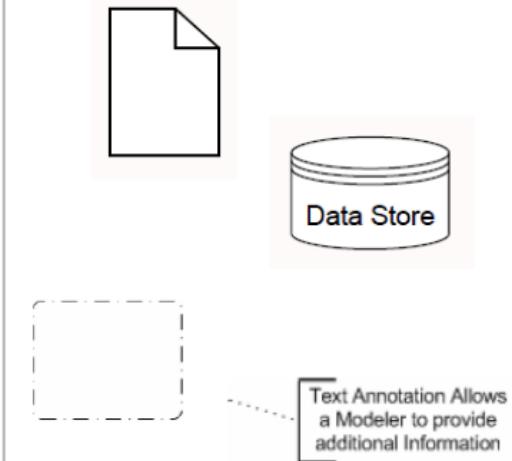
Esempio di acquisto biglietti tra turista e agenzia





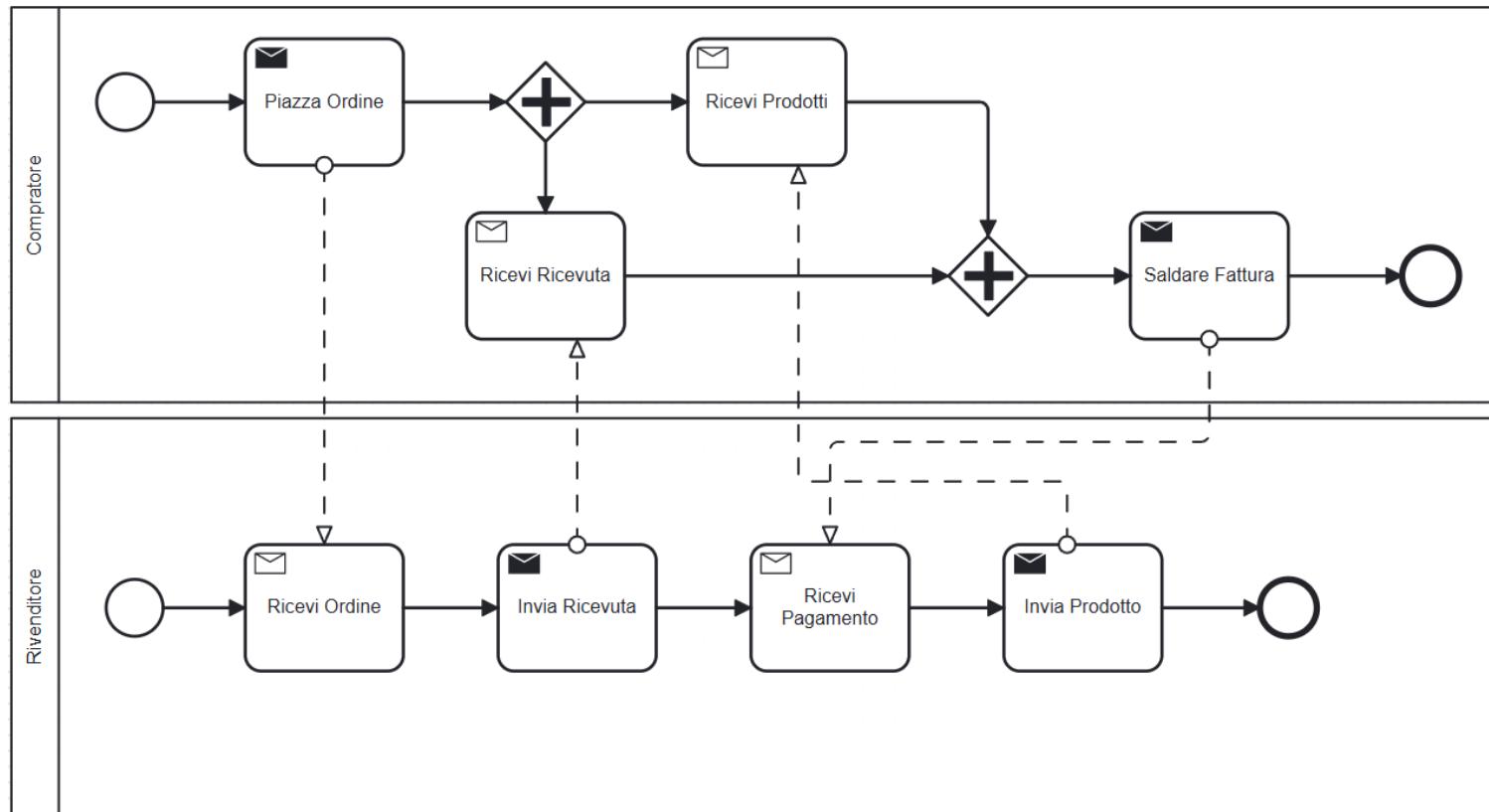
Elementi BPMN

Panoramica degli elementi presenti nella notazione BPMN 2.0

swimlanes	flow objects	connecting objects	artefacts
			 <p>Text Annotation Allows a Modeler to provide additional Information</p>

Esempio Buyer-Reseller

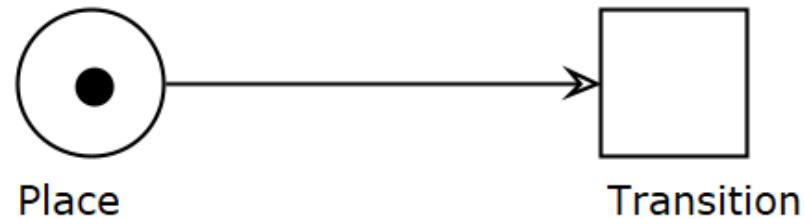
Il processo è consistente?



Le Reti di Petri

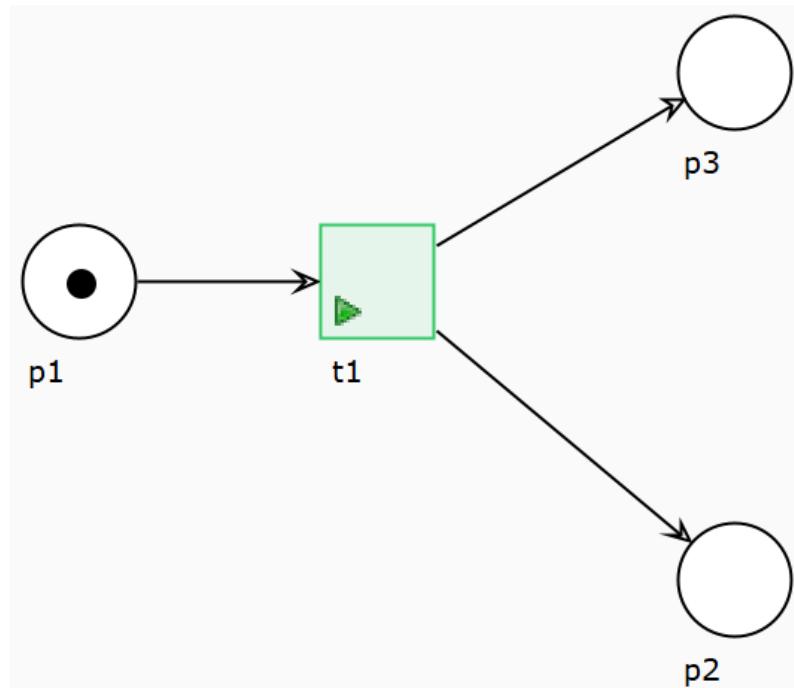


Semplici ma efficaci

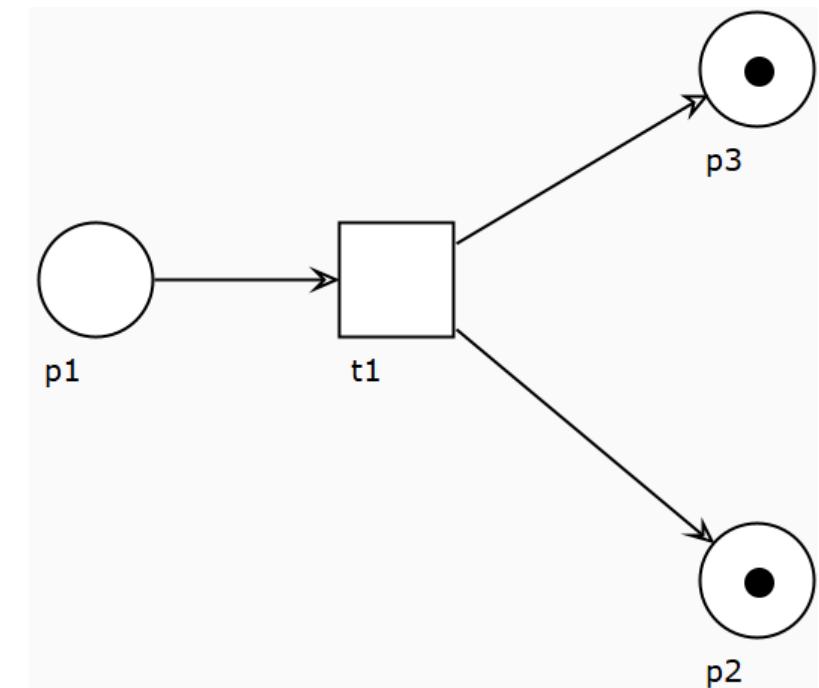


Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di processi in parallelo tramite Petri Net

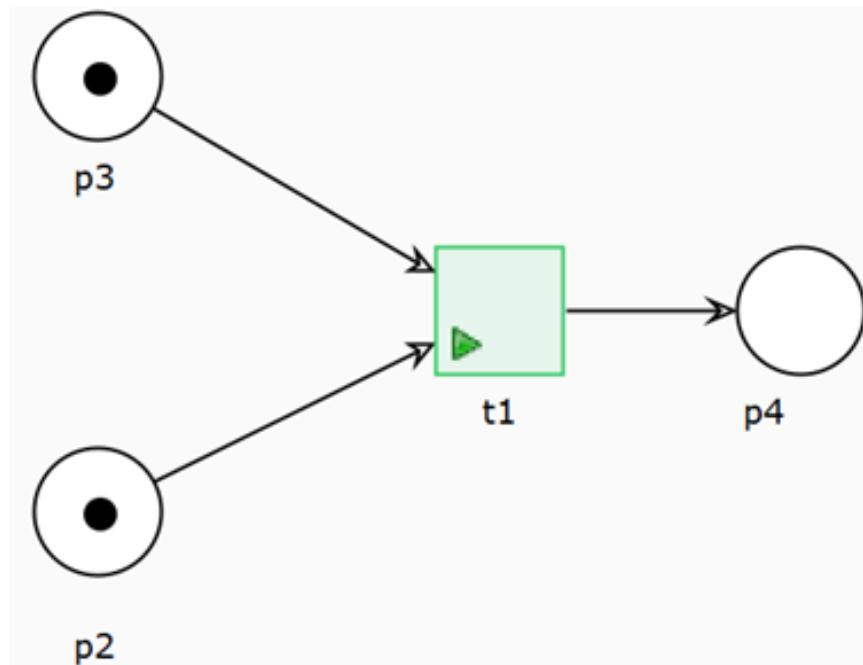


Fire!

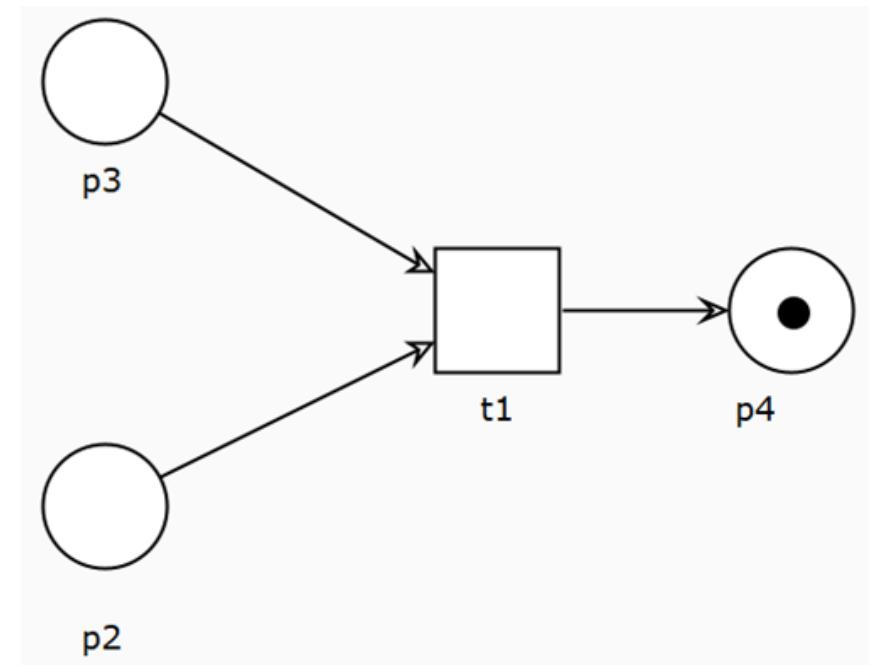


Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di processi in parallelo tramite Petri Net

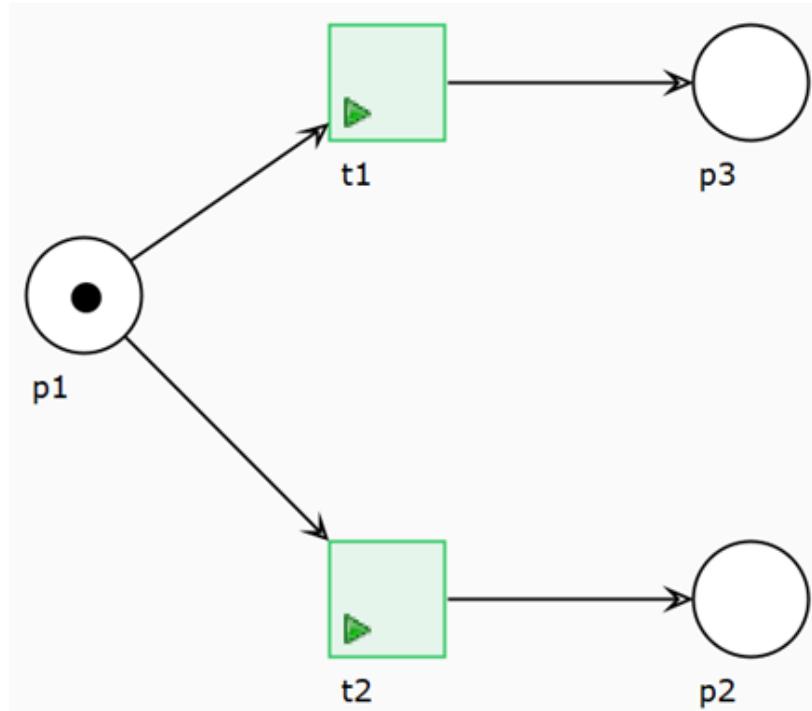


Fire!

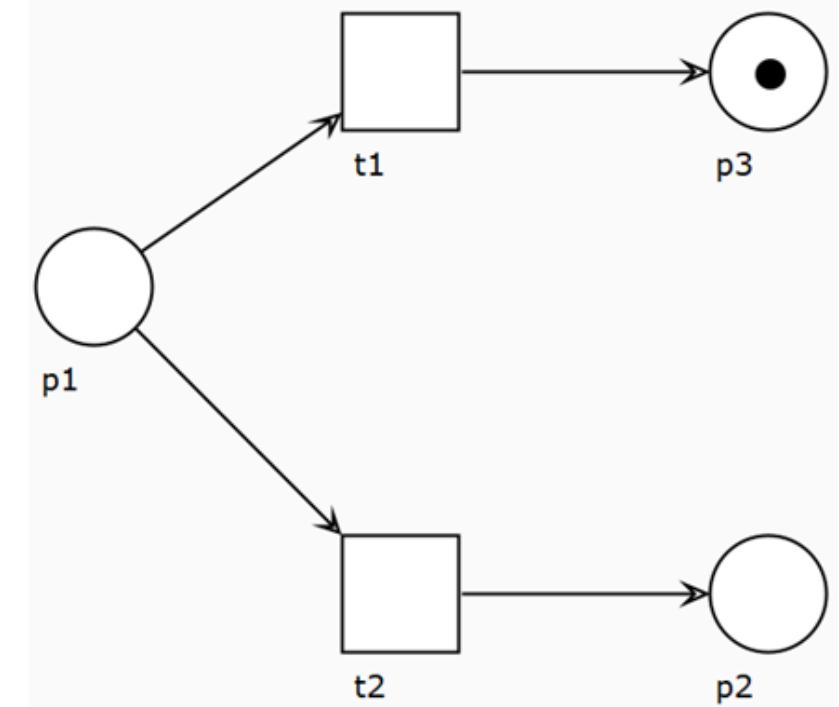


Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di un nodo decisionale tramite Petri Net

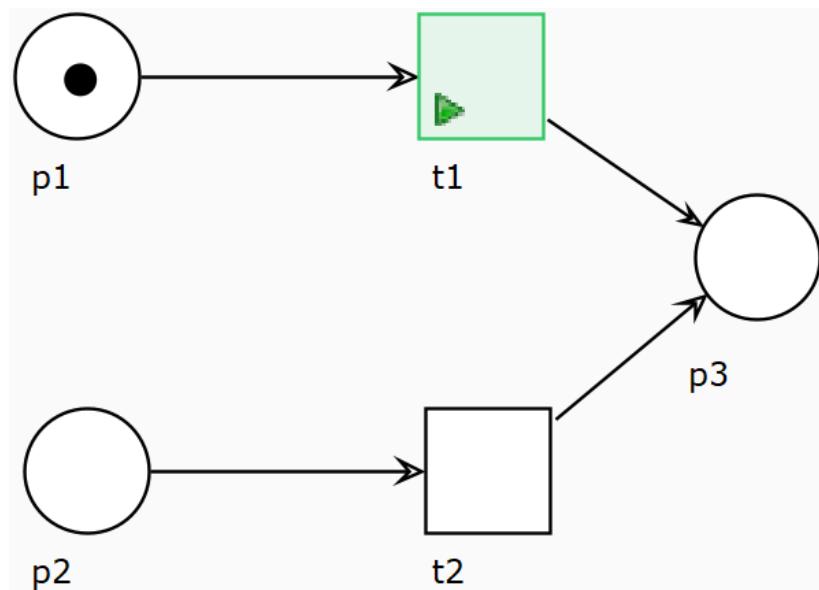


Fire!

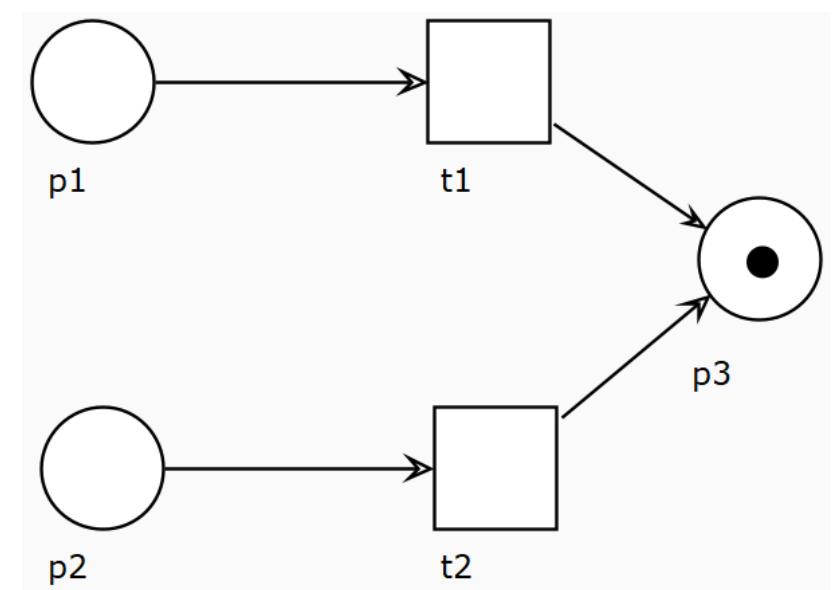


Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di un nodo decisionale tramite Petri Net



Fire!



Proprietà Reti di Petri



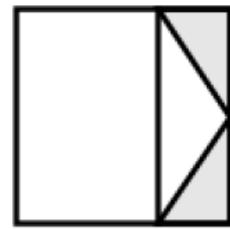
Panoramica delle proprietà che può possedere una rete di petri

- Liveness
- Place-Liveness
- Dead Transition
- Dead Place
- Deadlock-Freedom
- Deadlock-freedom
- Boundedness
- Safeness
- Soundness (Workflow Nets)
 - No Dead Task
 - Option to Complete
 - Proper Completion

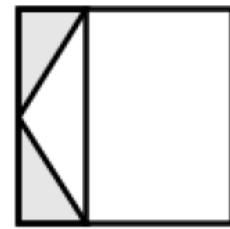


Decorators

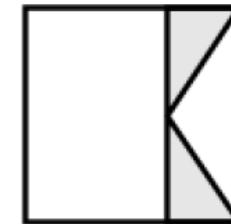
Uso di decoratori per semplificare la rete e mantenere la semantica



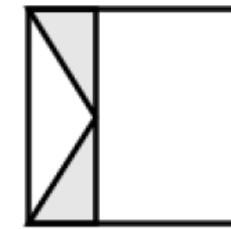
XOR-split



XOR-join



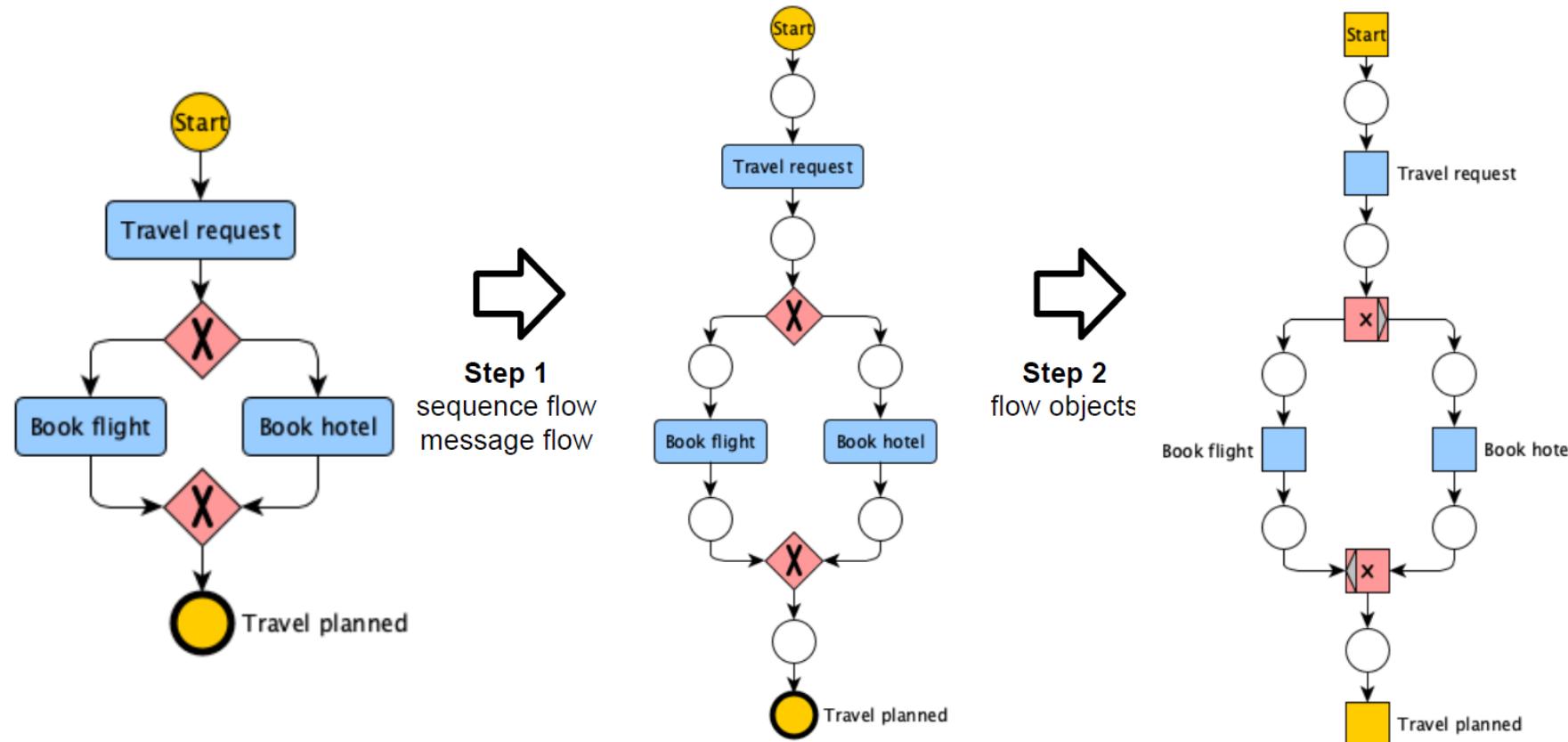
AND-split



AND-join

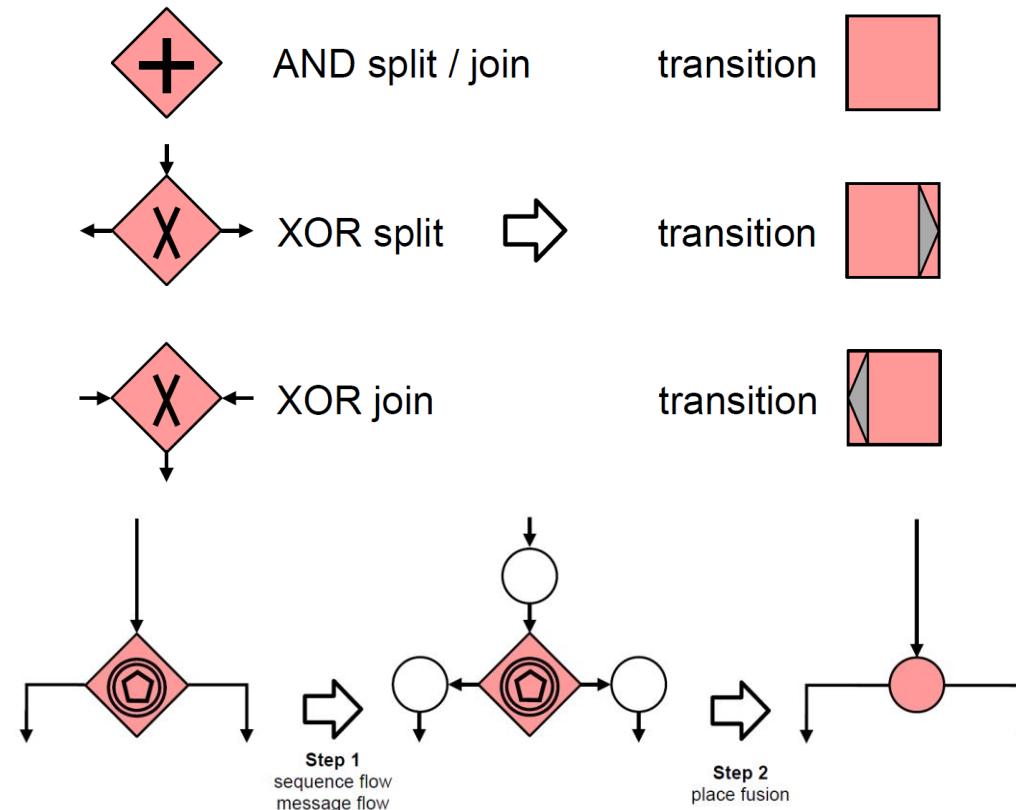
Algoritmo di Traduzione

Step 1 e 2 dell'algoritmo di traduzione da BPMN a Petri Net



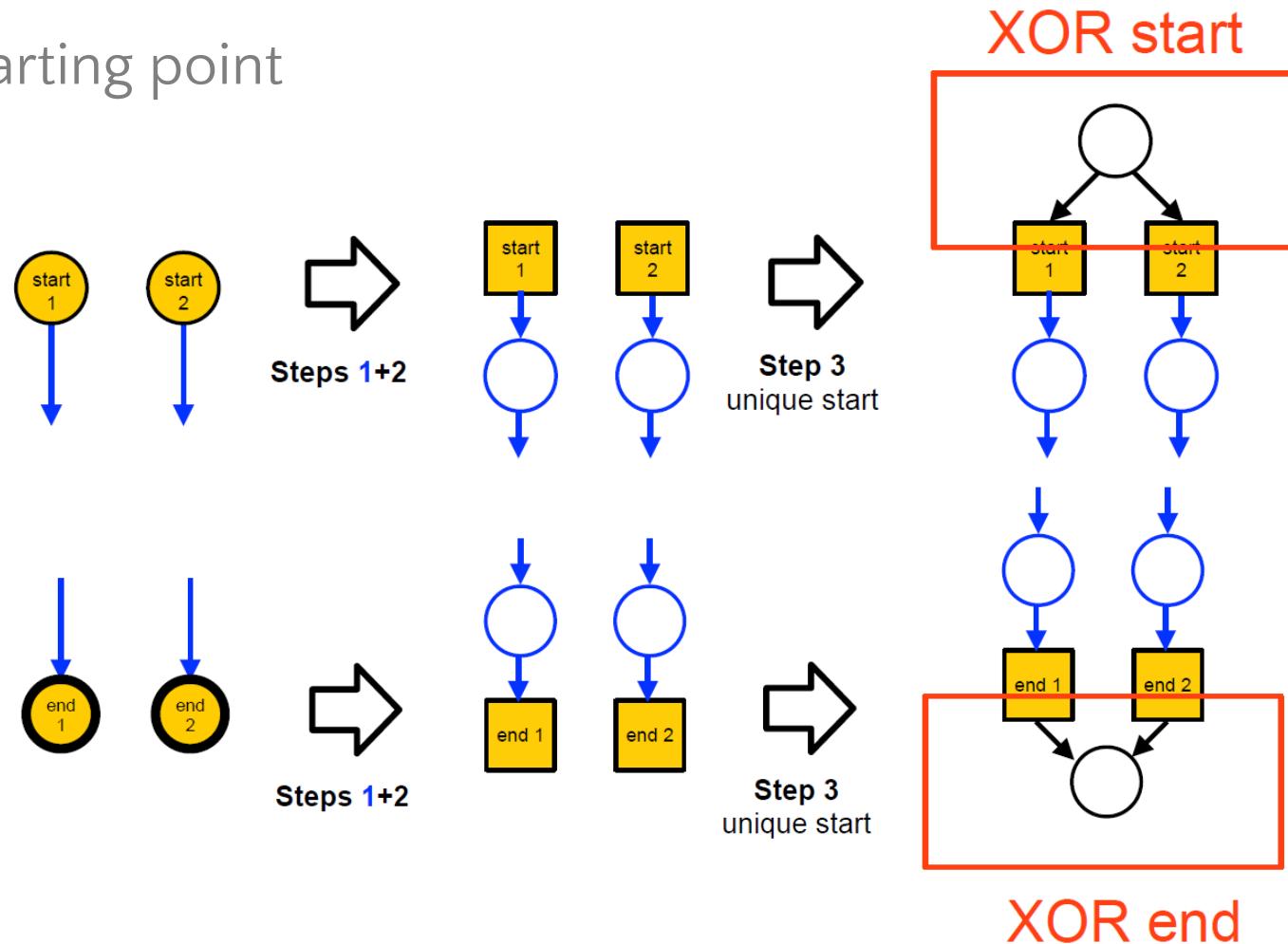
Algoritmo di Traduzione

Regole per la conversione dei Gateway



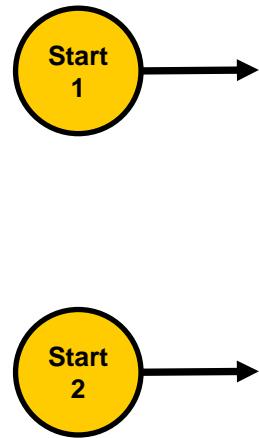
Algoritmo di Traduzione

Step 3: diversi starting point

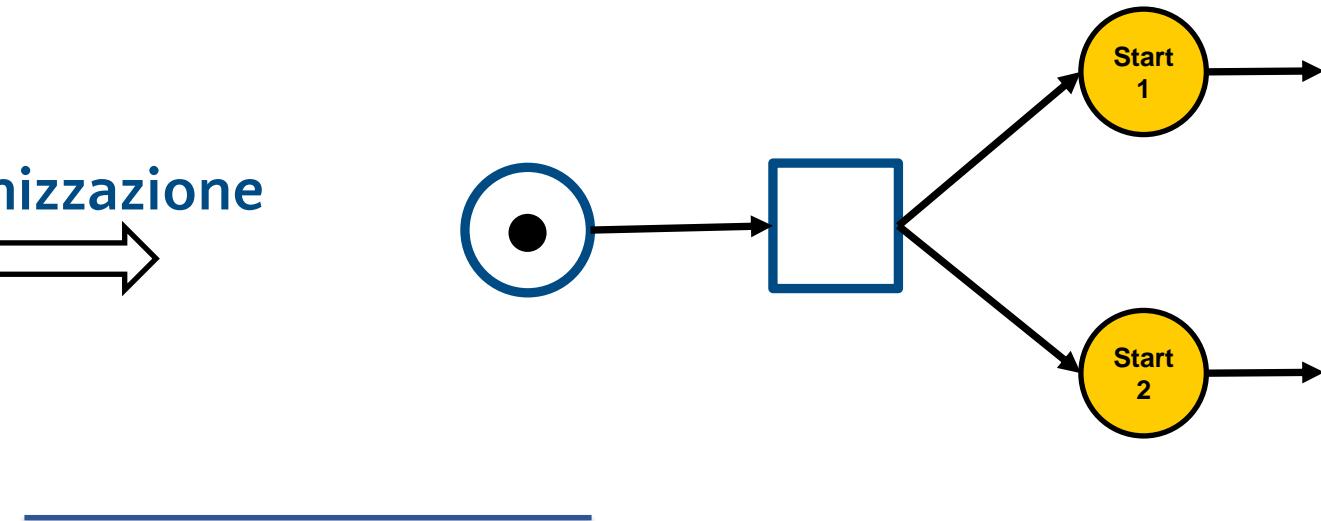


Algoritmo di Traduzione

Step 3: sincronizzazione processi



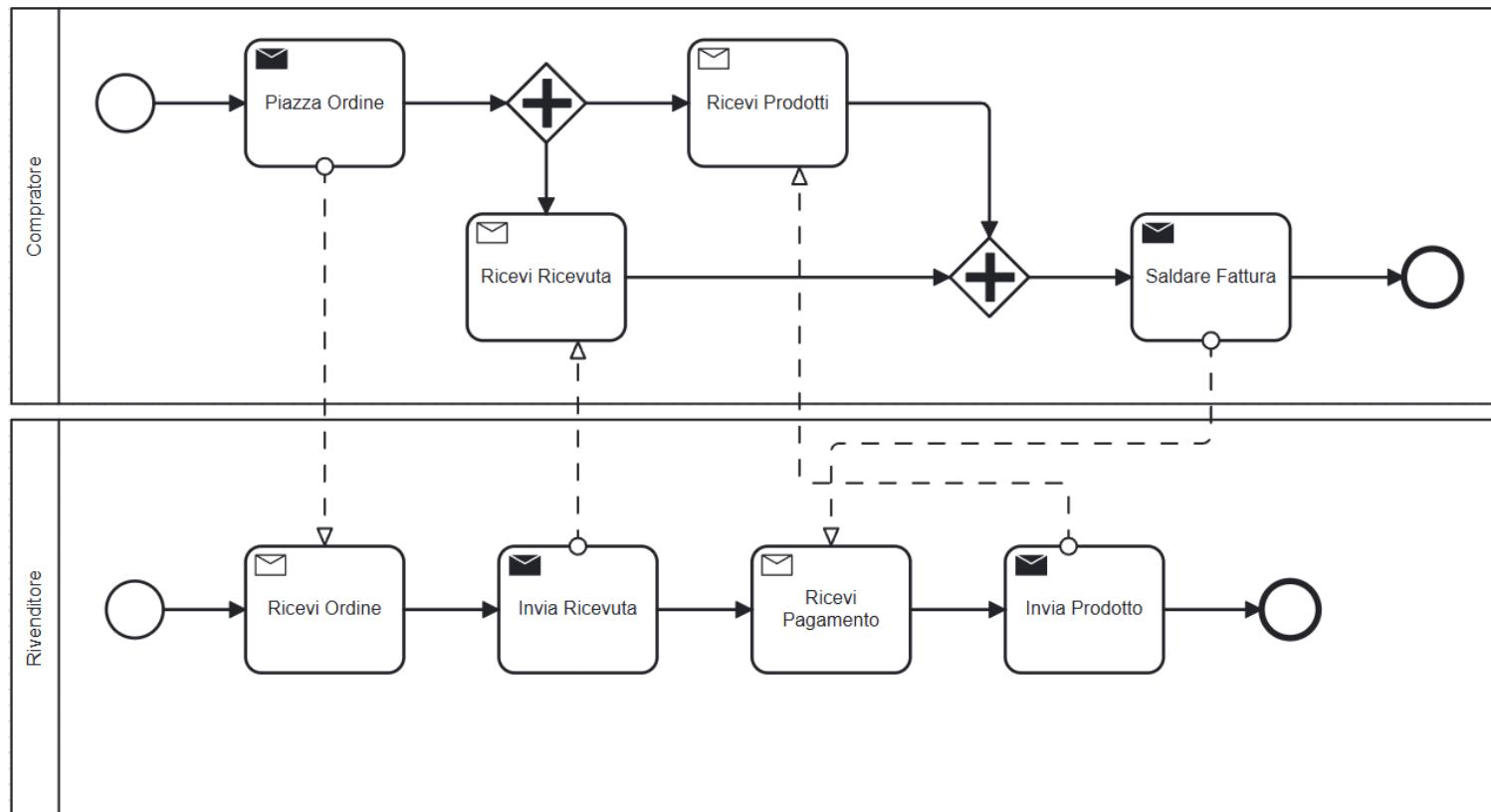
Sincronizzazione



Risultato:
Workflow Net

Esempio Buyer-Reseller

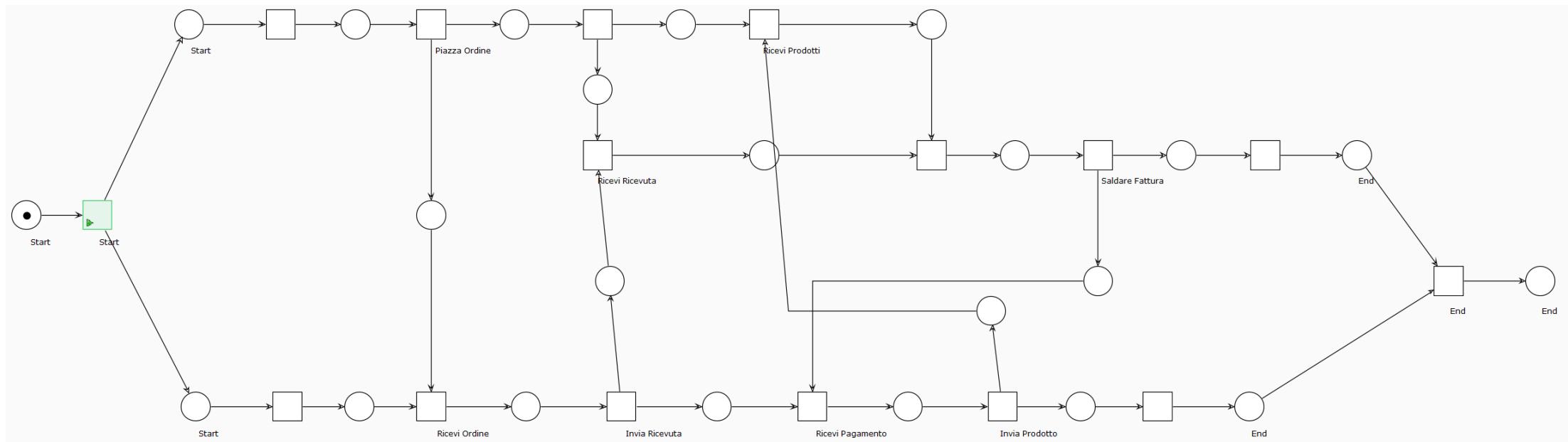
Il processo è consistente?



Esempio Buyer-Reseller

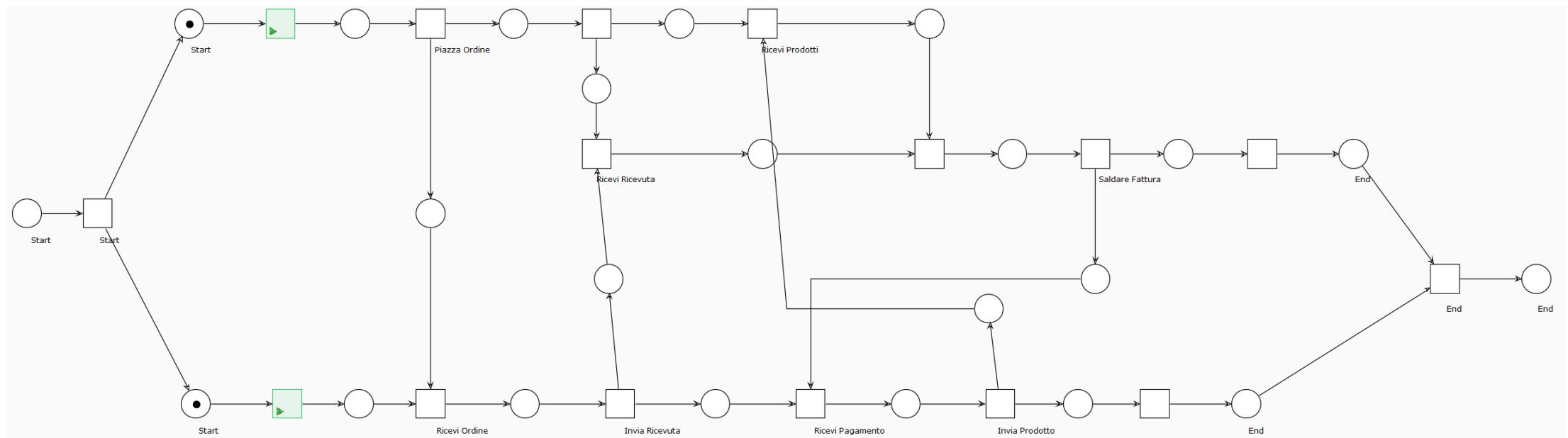


Simulazione del processo tramite WoPed



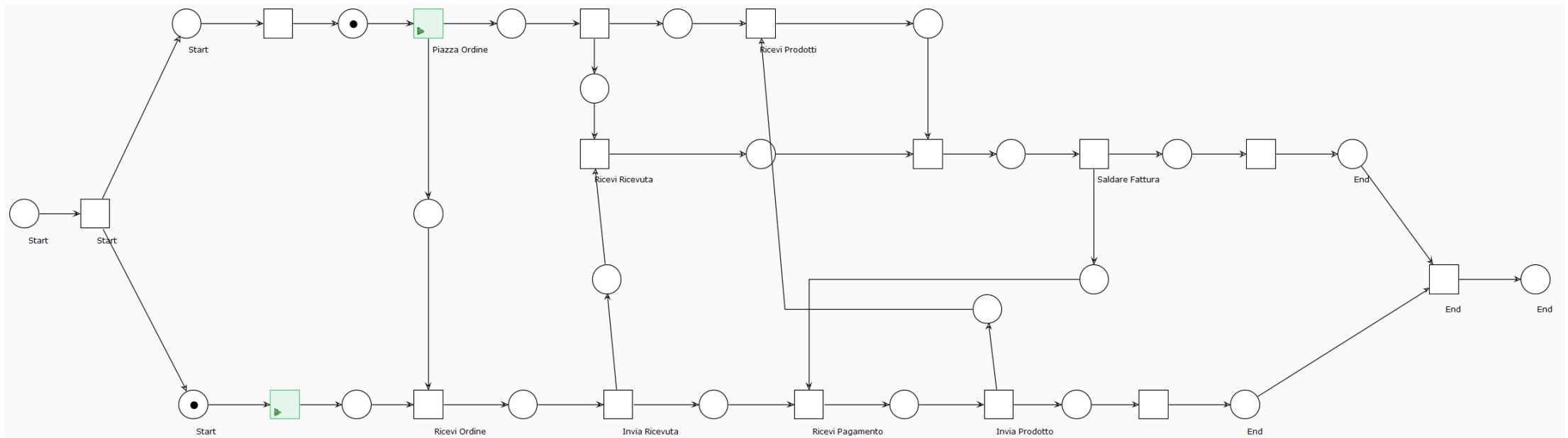
Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



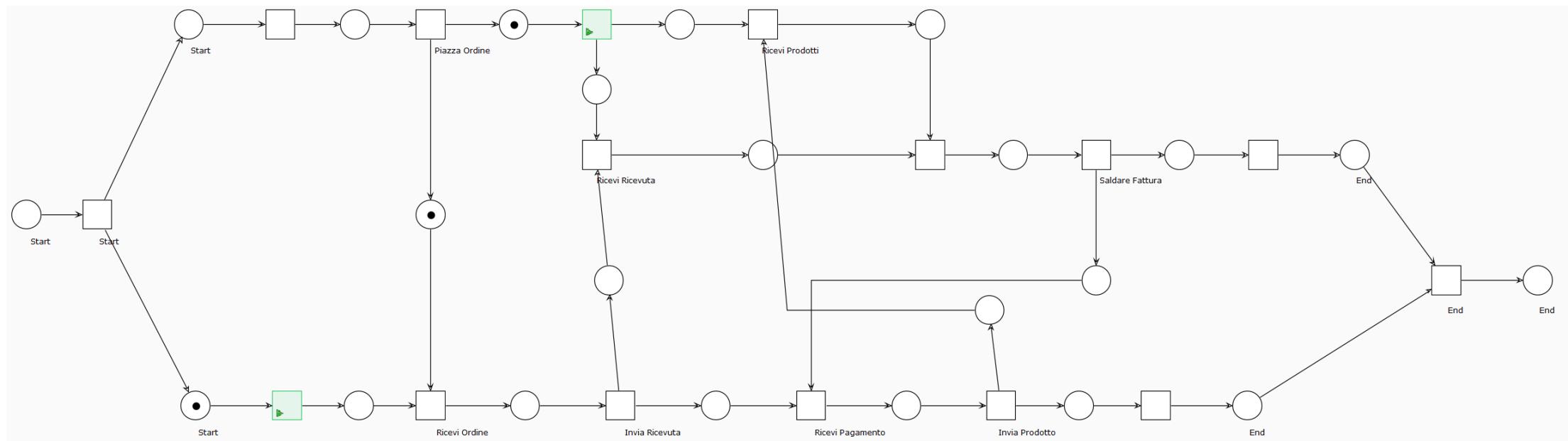
Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



Esempio Buyer-Reseller

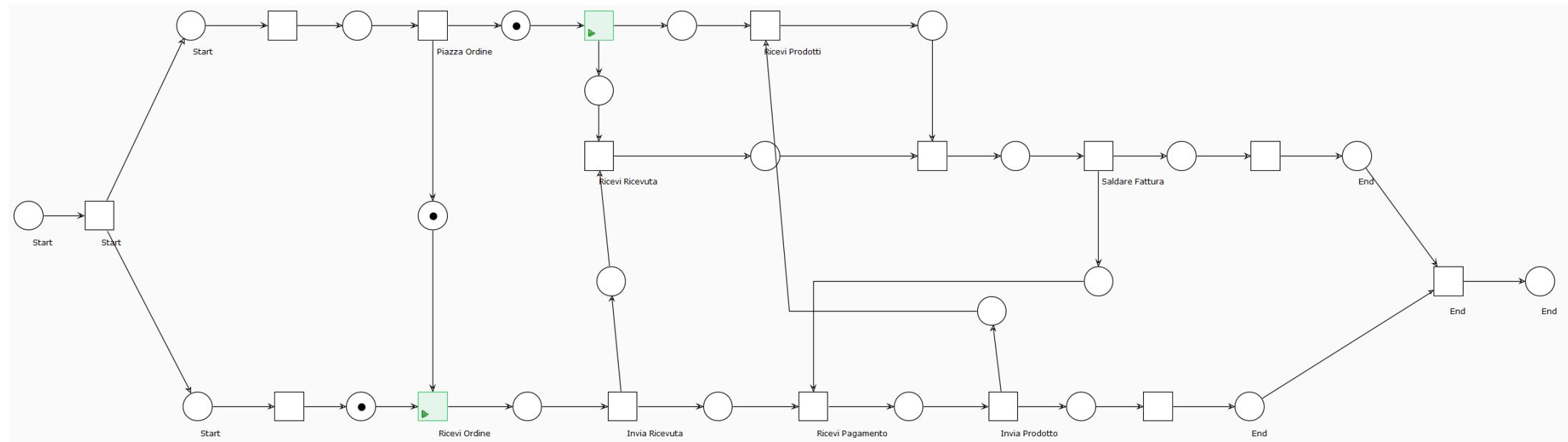
Simulazione del processo tramite WoPed



Esempio Buyer-Reseller



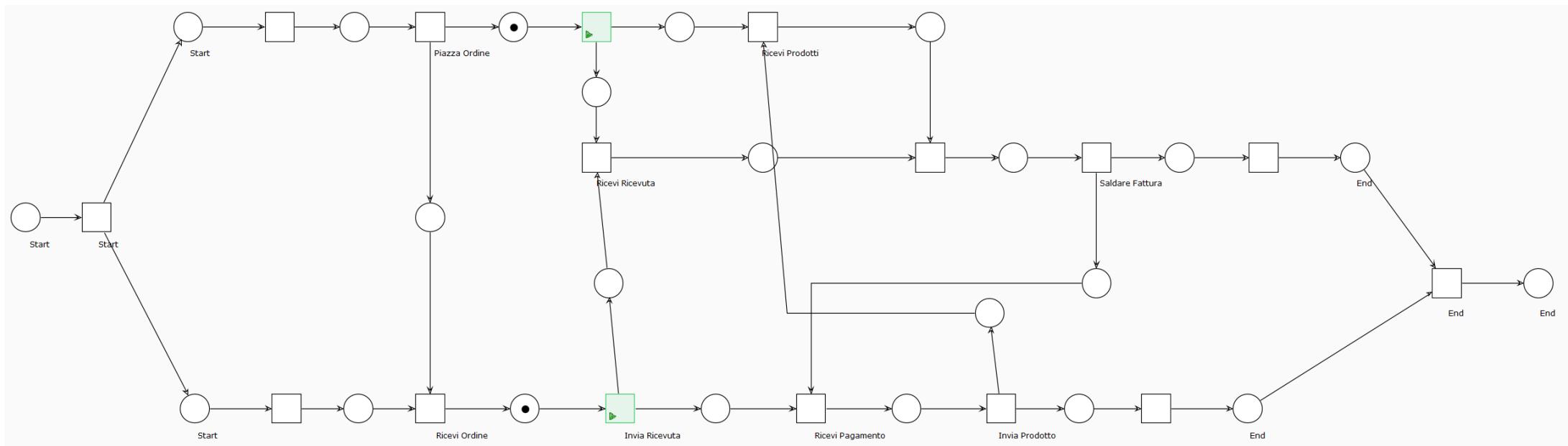
Simulazione del processo tramite WoPed



Esempio Buyer-Reseller

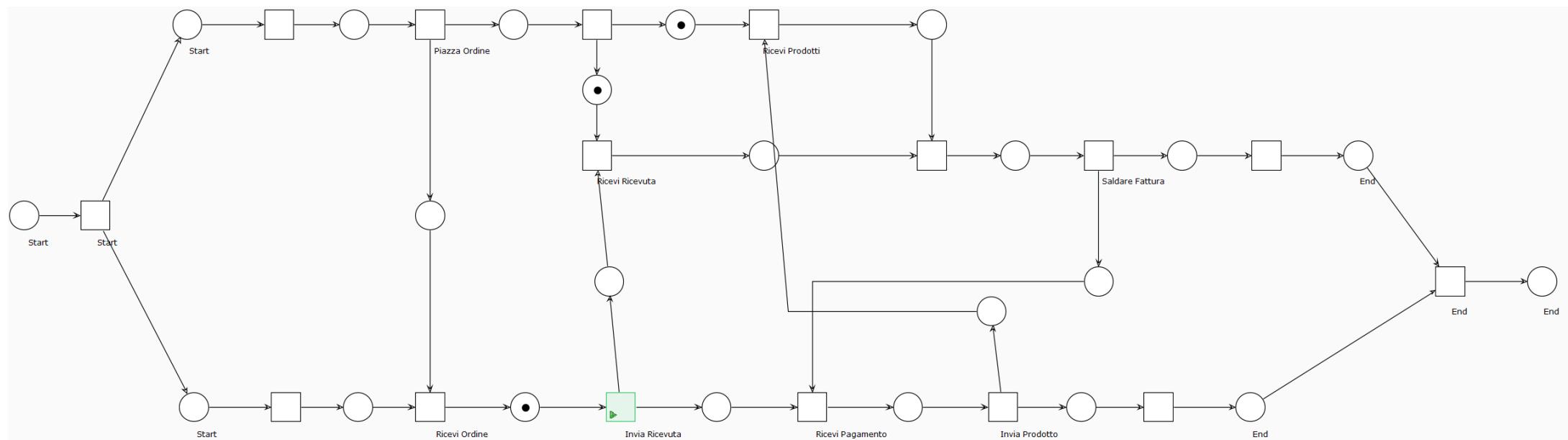


Simulazione del processo tramite WoPed



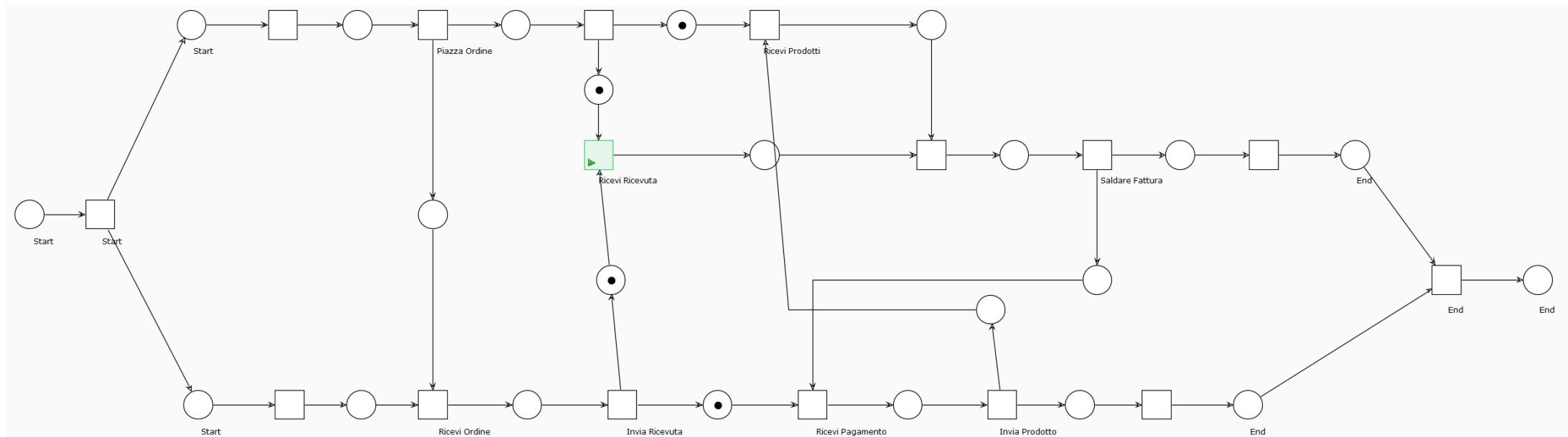
Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



Esempio Buyer-Reseller

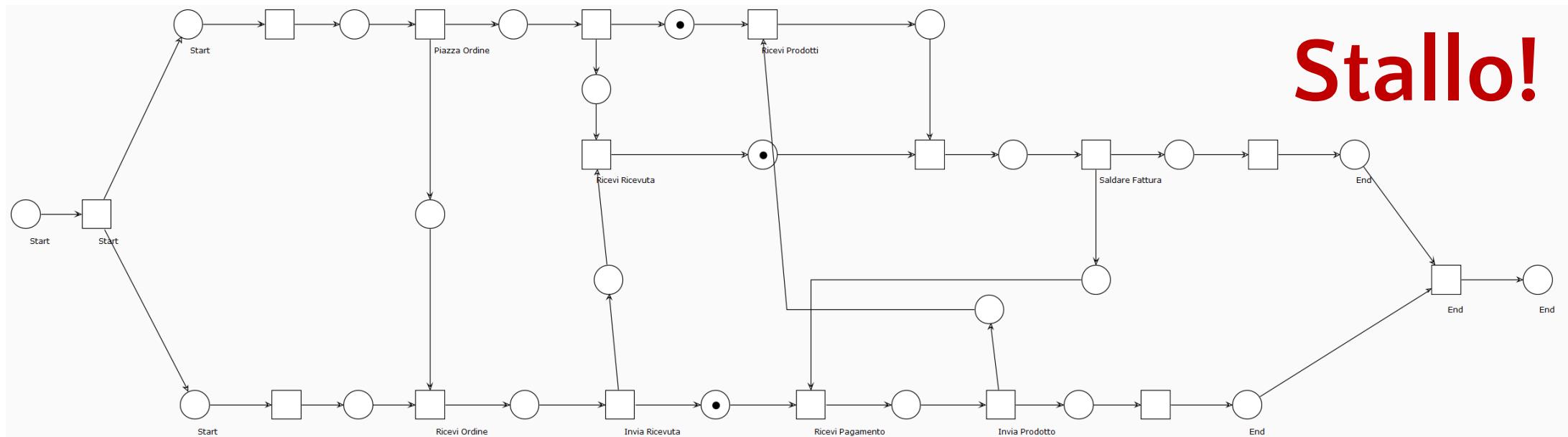
Simulazione del processo tramite WoPed



Esempio Buyer-Reseller

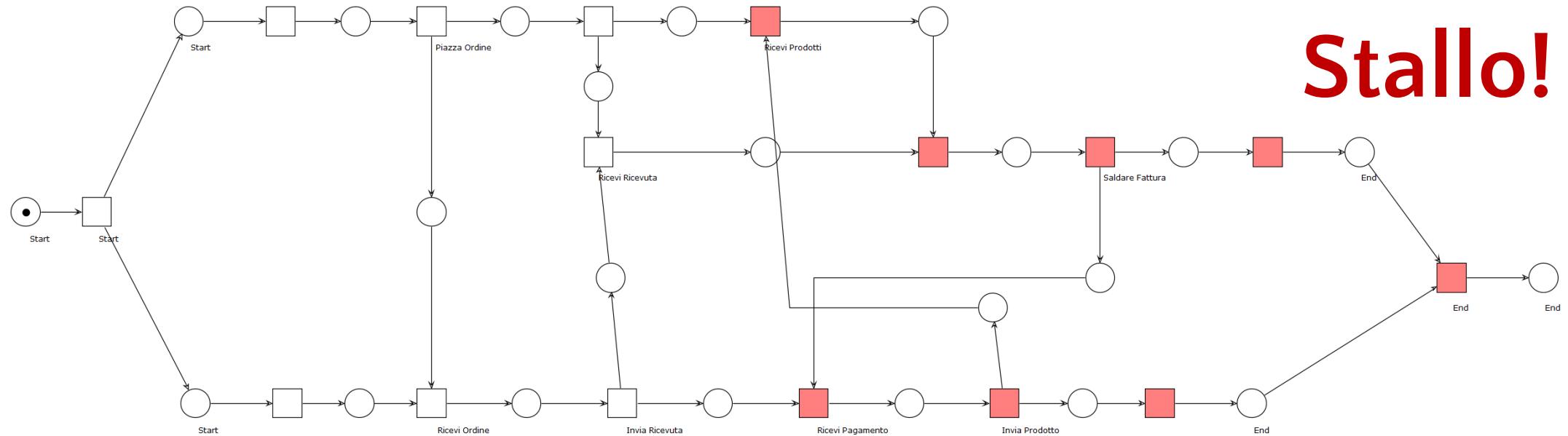
Simulazione del processo tramite WoPed

Stallo!



Esempio Buyer-Reseller

Analisi del processo tramite WoPed

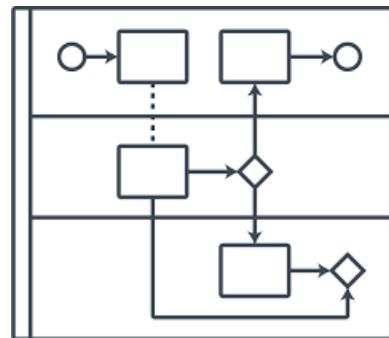


Punti di Forza

Quando usare BPMN e quando Petri Net, è possibile unire i loro vantaggi?

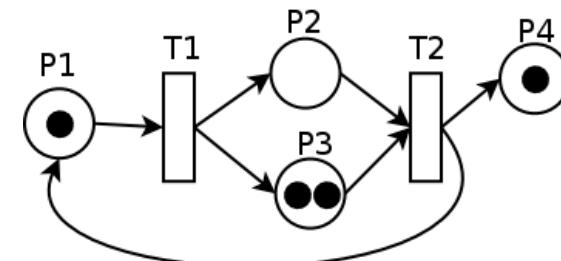
BPMN

- Graficamente intuitivo
- Notazione completa
- Ampiamente utilizzato in ambito lavorativo



Petri Net

- Graficamente semplice
- Notazione rigorosa
- Matematicamente esatto
- Permette di verificare le proprietà di un processo





Tecnologie Esistenti

Soluzioni che cercano di unire i punti di forza



ProM

«Convert BPMN diagram
to Data Petri net»

- App Desktop
- Reti risultanti troppo complesse
- Layout poco leggibile



BPMN 2 Petri Nets Transformation

- Sito inaccessibile
- Codice datato



PM4PY

Python Library

- Conversione non accurata
- Layout non gestito

BPMN2PetriNet

<https://bpmn2petrinet.com>



Un'unica soluzione user friendly che unisce i punti di forza

The screenshot shows a light blue background with a central white rectangular area. At the top center, the text "Translate BPMN to Petri Net" is displayed in bold black font. Below this, there is a descriptive paragraph: "Transform your diagram from BPMN notation to Petri Net. Once converted you'll be able to evaluate the properties of your process. You can also export multiple files at once." Underneath the text is a green button with the white text "Select BPMN". Below the button, the text "or release here the files" is visible.

Analisi dei Requisiti



Requisiti funzionali

- **Caricamento** del diagramma BPMN
- **Parsing** del diagramma BPMN
- **Visualizzazione** del diagramma BPMN
- **Conversione** automatica del diagramma BPMN
- **Visualizzazione** della Rete di Petri
- **Esportazione** della Rete di Petri
 - Esportazione completa
 - Esportazione per pool
 - Esportazione in formato Graphviz
- **Gestione degli errori**
- **Drag & Drop**

Analisi dei Requisiti



Requisiti funzionali

- Pannello di **configurazione**
 - Applicazione dei decorators
 - Collassamento degli XOR Gateway
 - Tasks Temporizzate
 - Gestione dimensioni nodi
 - Scaling degli archi
 - Posizione testi in Graphviz (esterni o interni)
- **Modalità di visualizzazione**
 - Divisione verticale
 - Divisione orizzontale
 - Solo BPMN
 - Solo Petri Net
- **Batch mode**
 - Visualizzazione individuale
 - Download singolo
 - Download Colletivo



Analisi dei Requisiti

Requisiti non funzionali

- Interfaccia **User Friendly**
- Conversione **rapida**
- Risultati **consistenti**
- Codice ben scritto e **documentato**
- **Hosting affidabile**
- **Compatibilità** coi browser
- Esecuzione conversione **client-side**



Tecnologie Utilizzate

Architettura del sistema

Linguaggi



.bpmn
.pnml



HTML - JS - CSS

Sviluppo



VS Code



Github
Desktop

Testing e Distribuzione



Live Server



BPMN.io



Hostinger

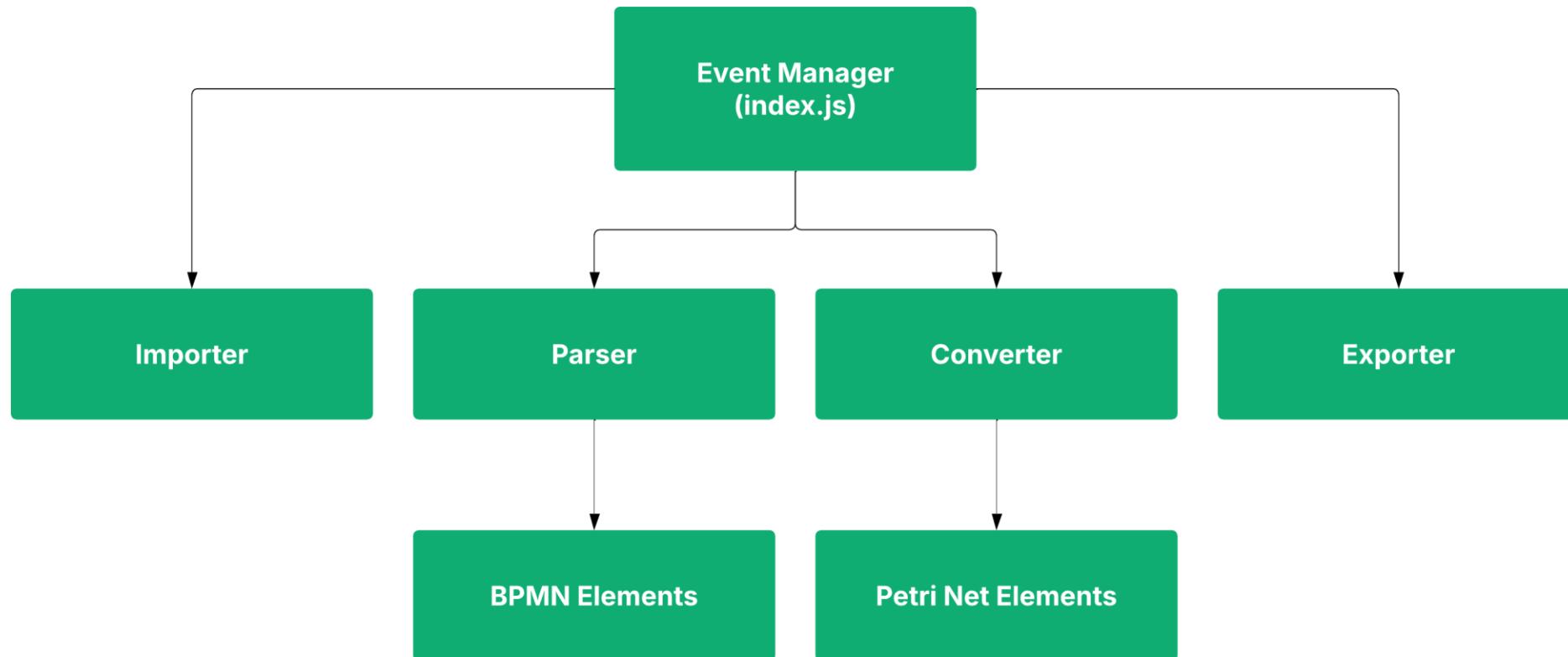


WoPed



Diagramma delle Classi

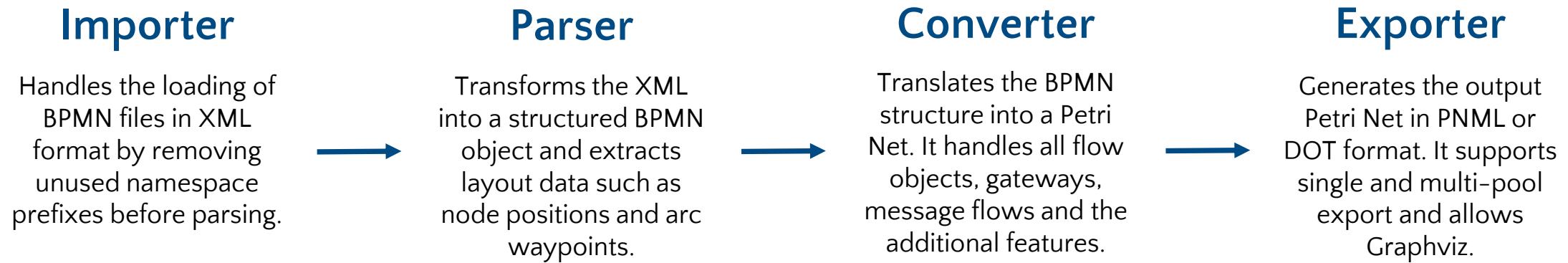
Panoramica ad alto livello delle classi coinvolte



Translation Pipeline



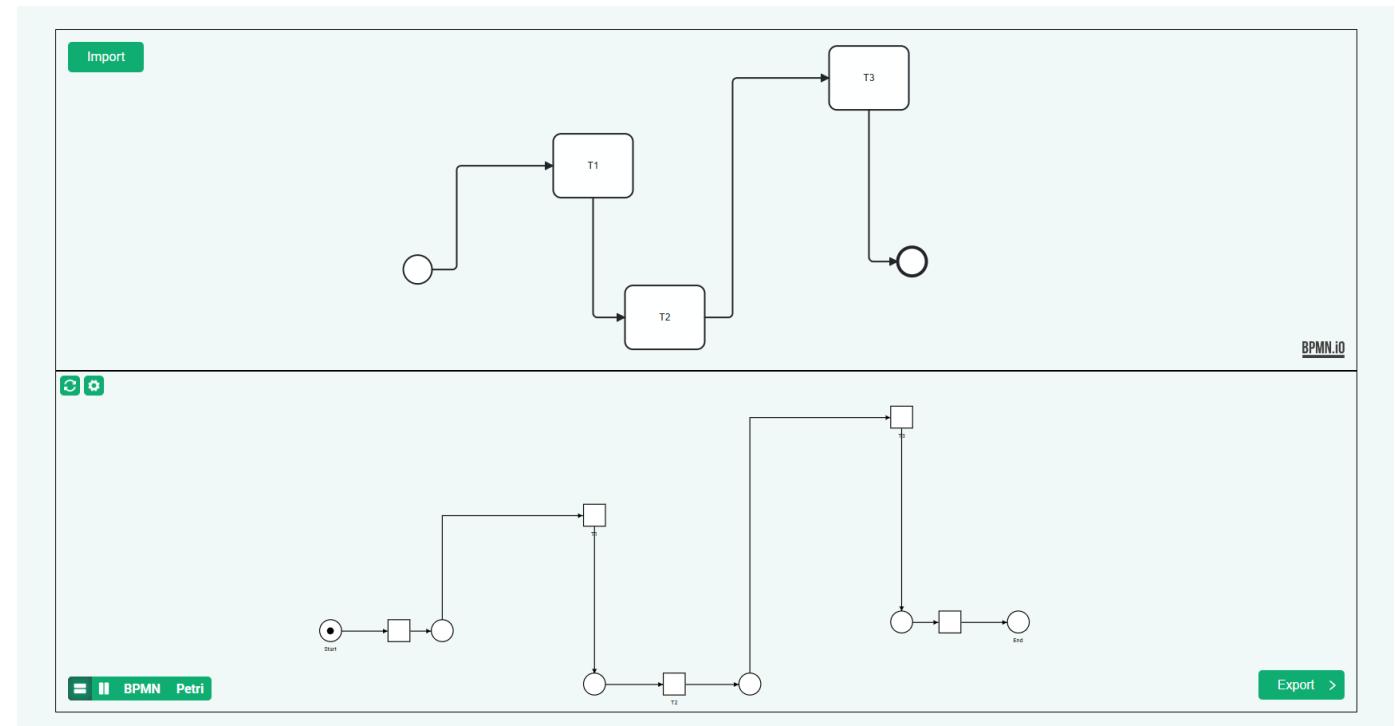
Processo automatizzato di traduzione



Gestione Layout

Mantenimento del layout tra BPMN e Petri Net

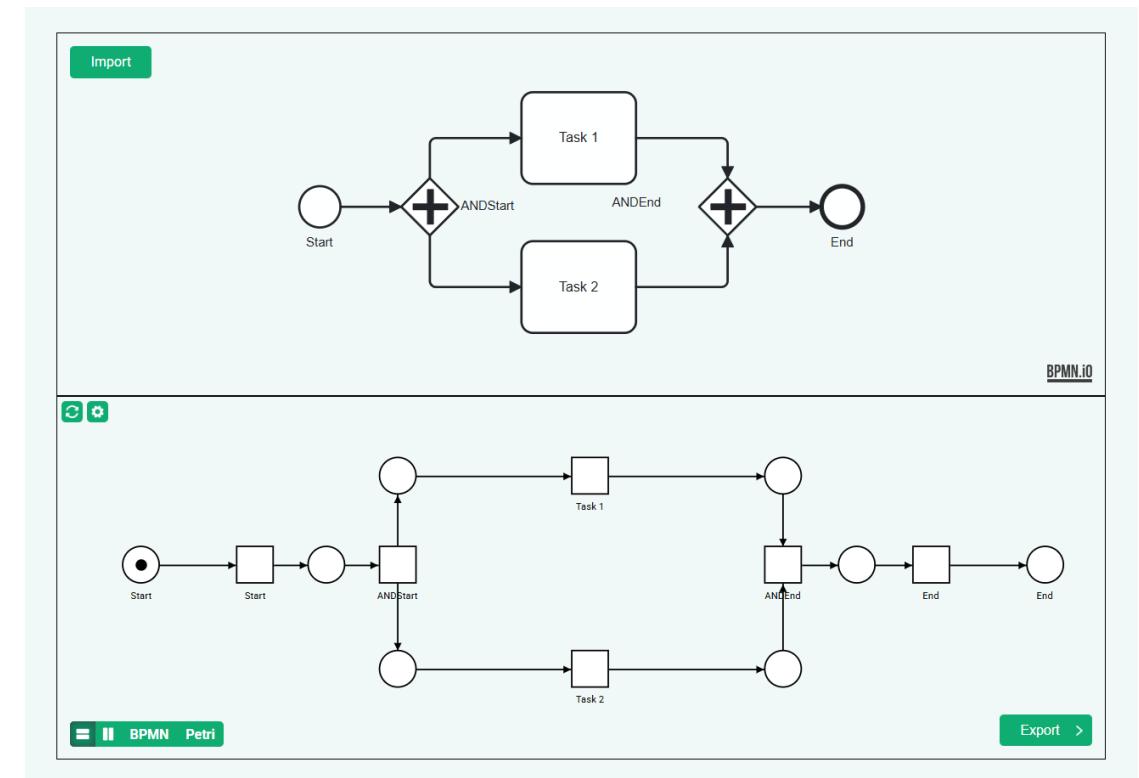
- Uso dei Waypoint del BPMN per salvare la disposizione



Gestione Layout

Mantenimento del layout tra BPMN e Petri Net

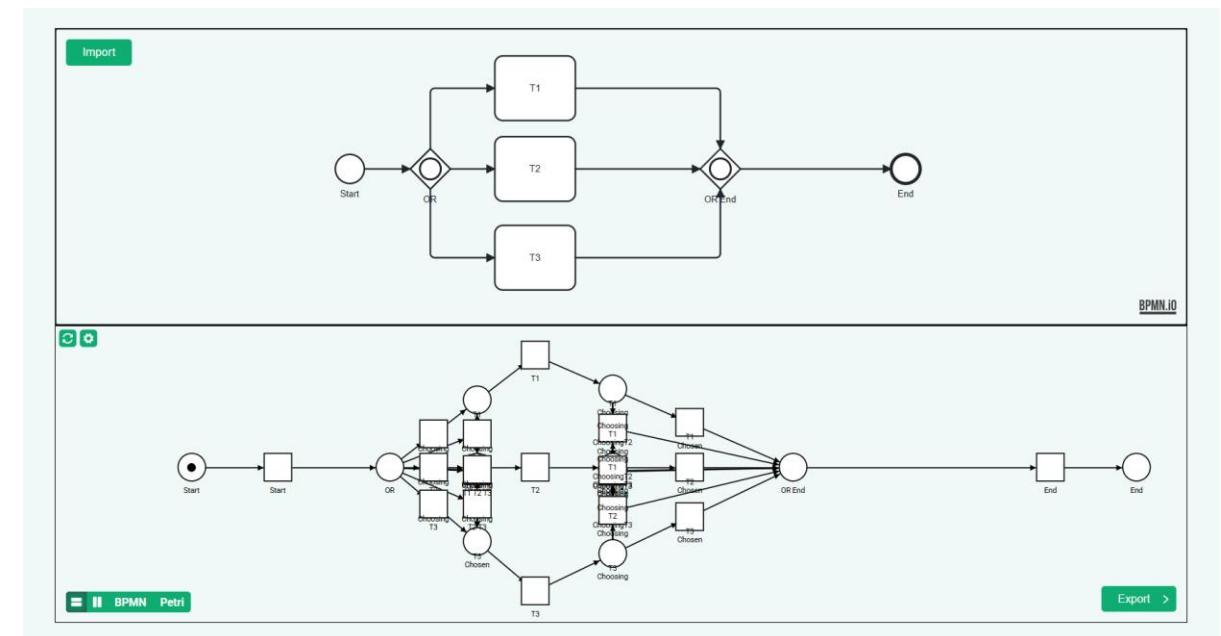
- Uso dei Waypoint del BPMN per salvare la disposizione
- Nodi aggiuntivi posizionati sui primi way point



Gestione Gateway Inclusivi

Una sfida da gestire

- Combinazione di nodi XOR e AND
- Crescita esponenziale:
 $2^n - 1$ possibili percorsi
- Place generati unbounded
- Scarsa leggibilità





Funzionalità Aggiuntive

Possibilità di configurazione

- Applicazione Decorators
- XOR Collassato
- Task Temporizzate
- Grandezza Nodi e Scaling Archi
- Diverse modalità di visualizzazione:
- Export in formato .dot
 - Etichette interne o esterne

Apply Decorators

Collapse XOR

Timed Tasks

Node Size

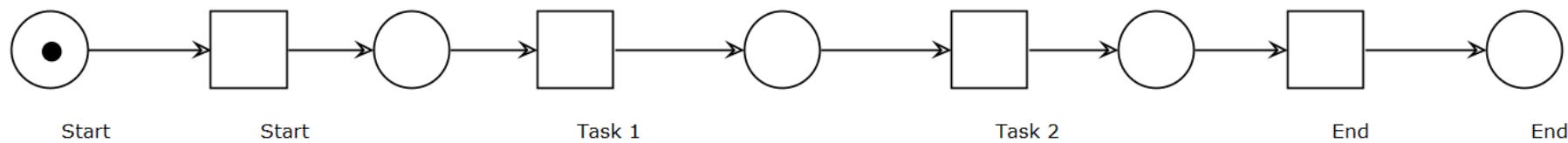
Flow Scaling

Graphviz Text

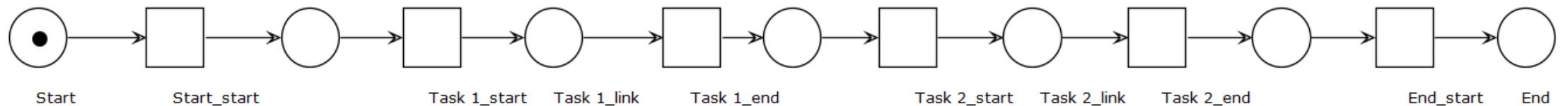
Timed Task

Tracciamento di inizio e fine delle task

Timed Task: OFF



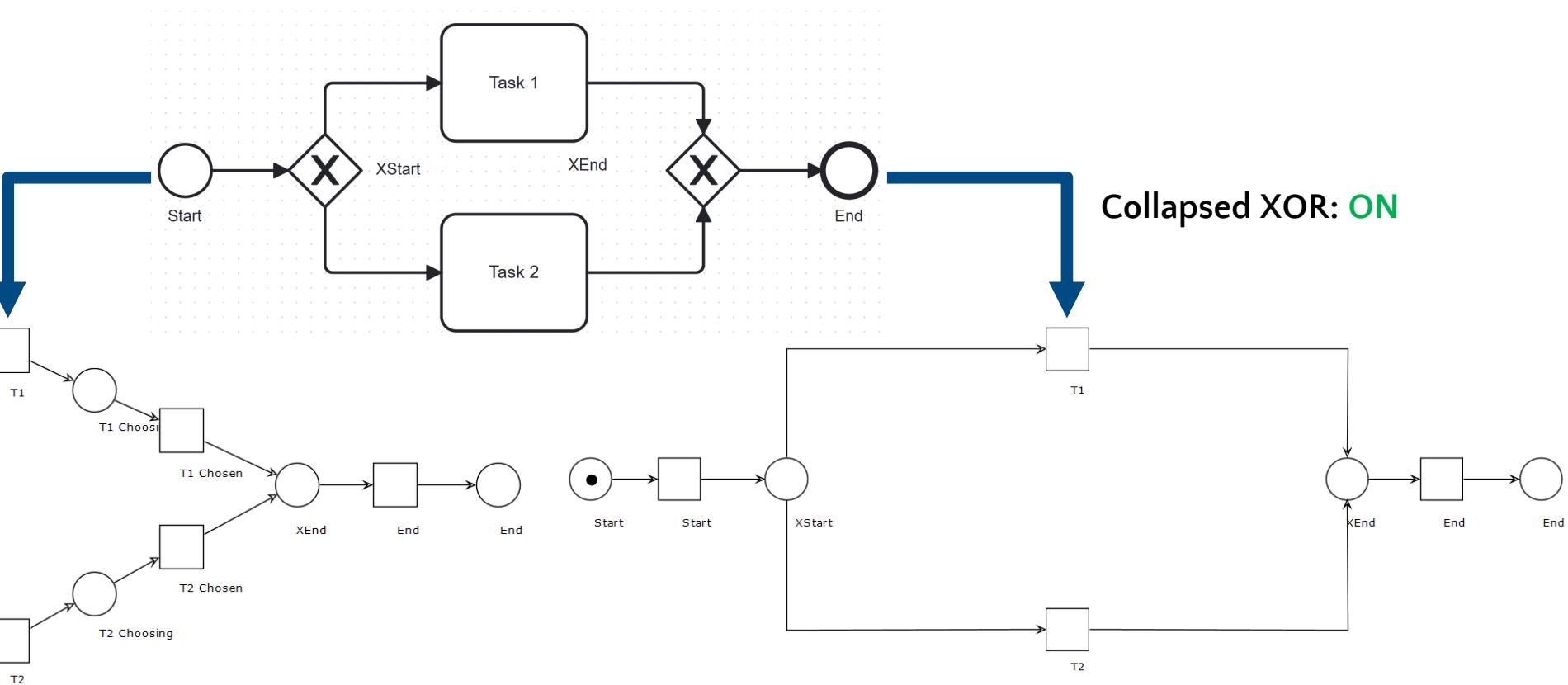
Timed Task: ON



Collapsed XOR

Maggiore leggibilità per i nodi decisionali esclusivi

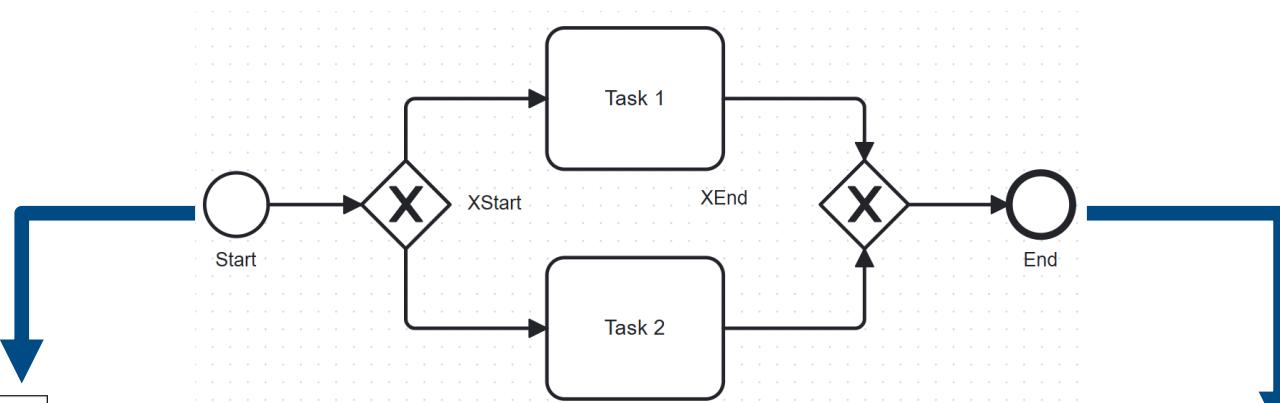
Collapsed XOR: OFF



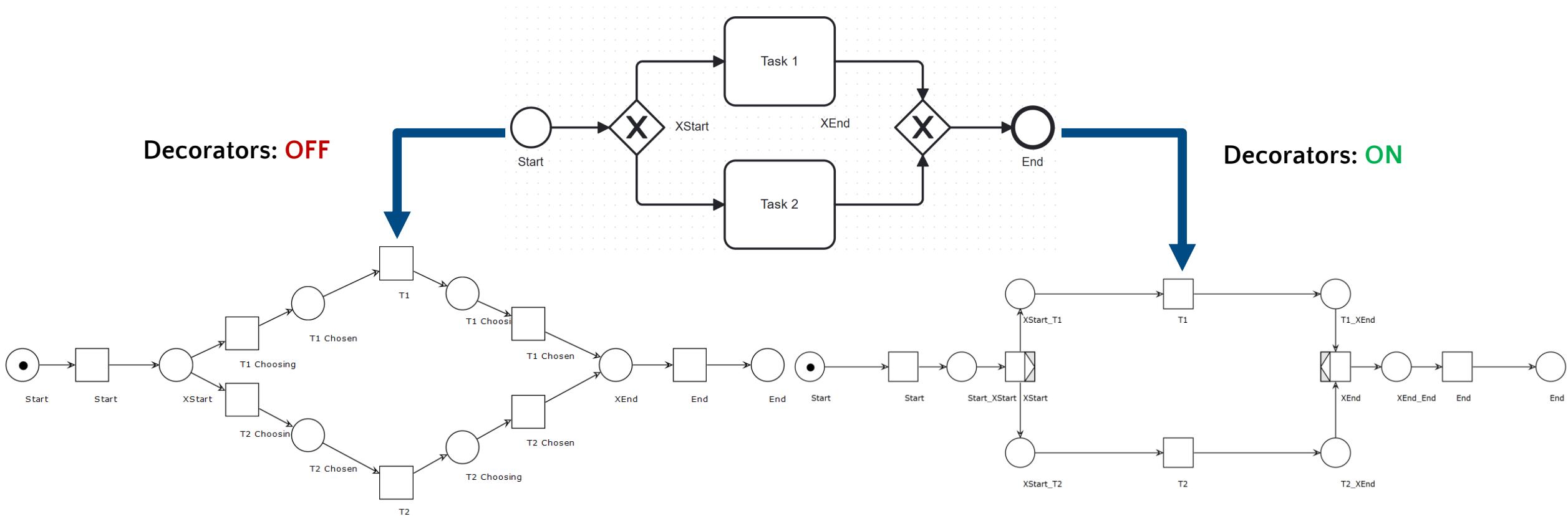
Applicazione Decorators

Maggiore leggibilità per la traduzione dei gateway

Decorators: OFF

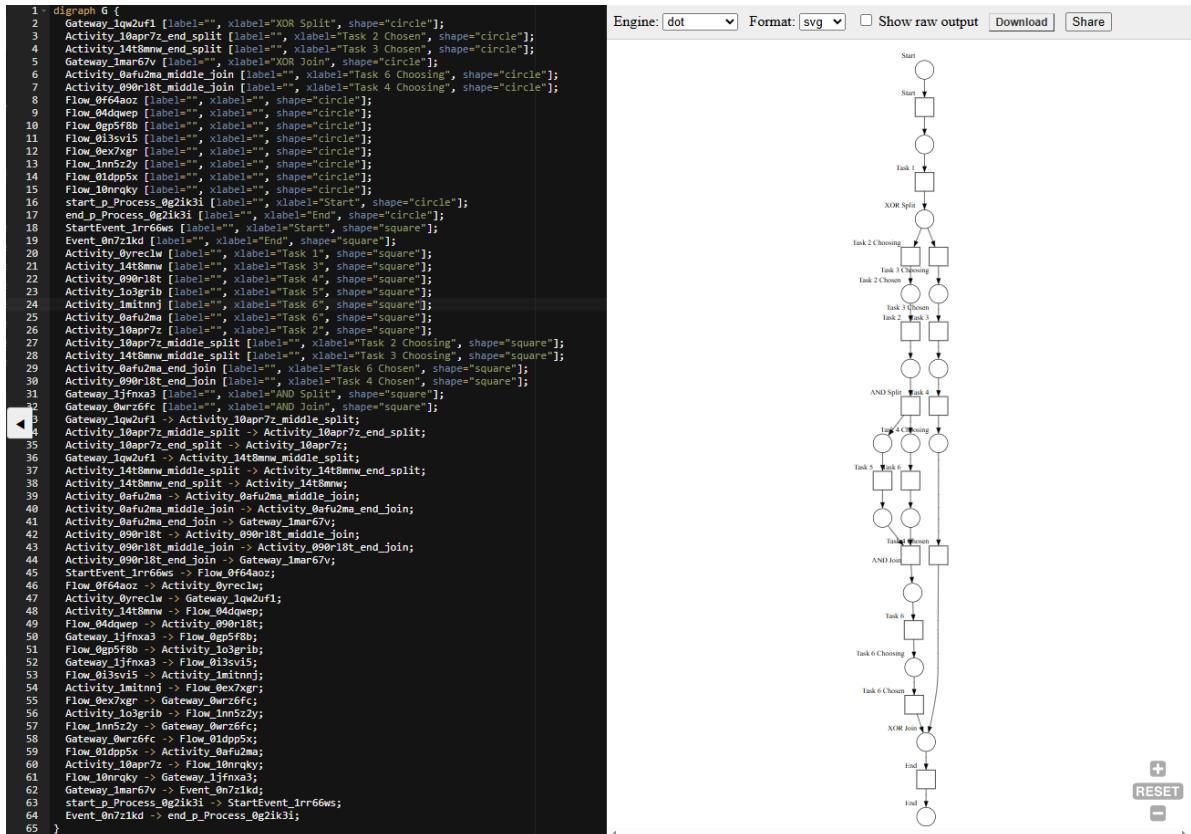


Decorators: ON



Export Graphviz

Possibilità esportare in formato .dot





Modalità Batch

Possibilità di conversione multipla

Translate BPMN to Petri Net

Transform your diagram from BPMN notation to Petri Net.
Once converted you'll be able to evaluate the properties of your process.
You can also export multiple files at once.

Select BPMN

or release here the files

Your converted files

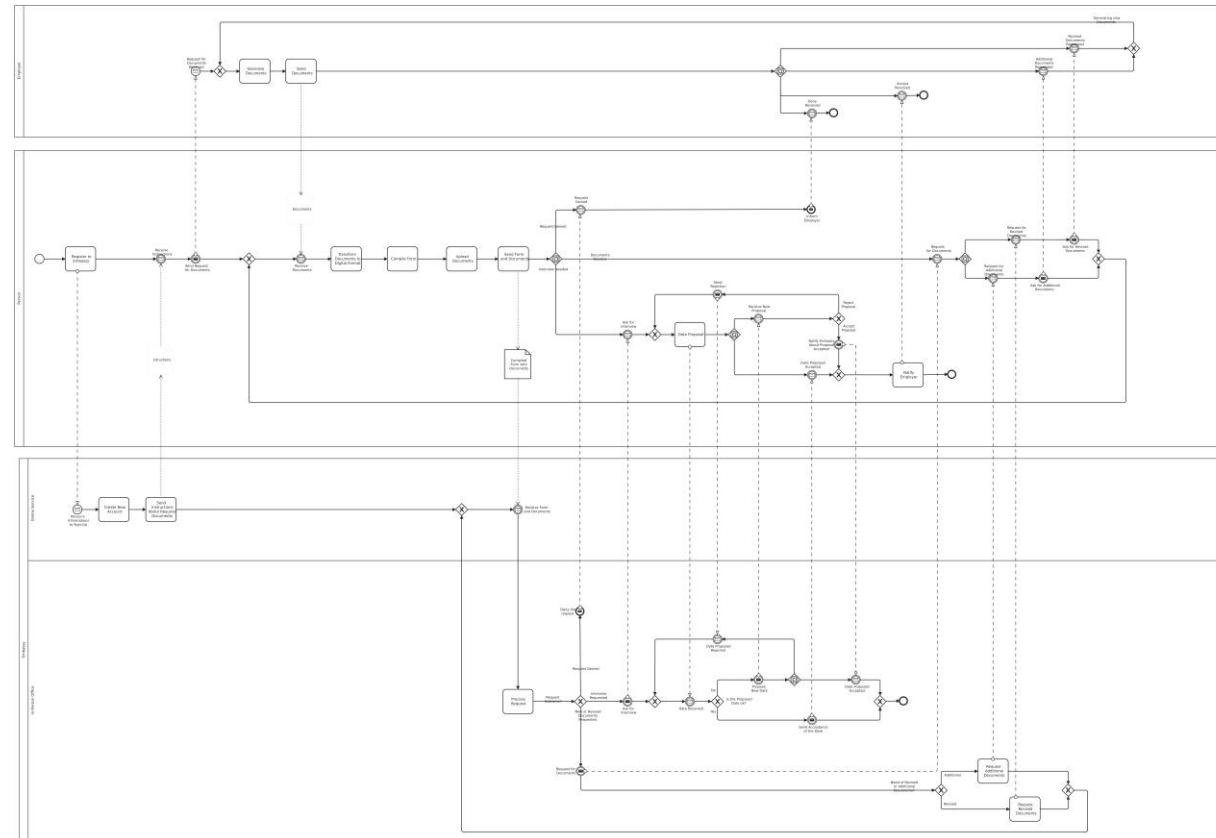
Test Batch 1.bpmn		
Test Batch 2.bpmn		
Test Batch 3.bpmn		
Test Batch 4.bpmn		
Test Batch 5.bpmn		

Download all

Testing su Rete Complessa

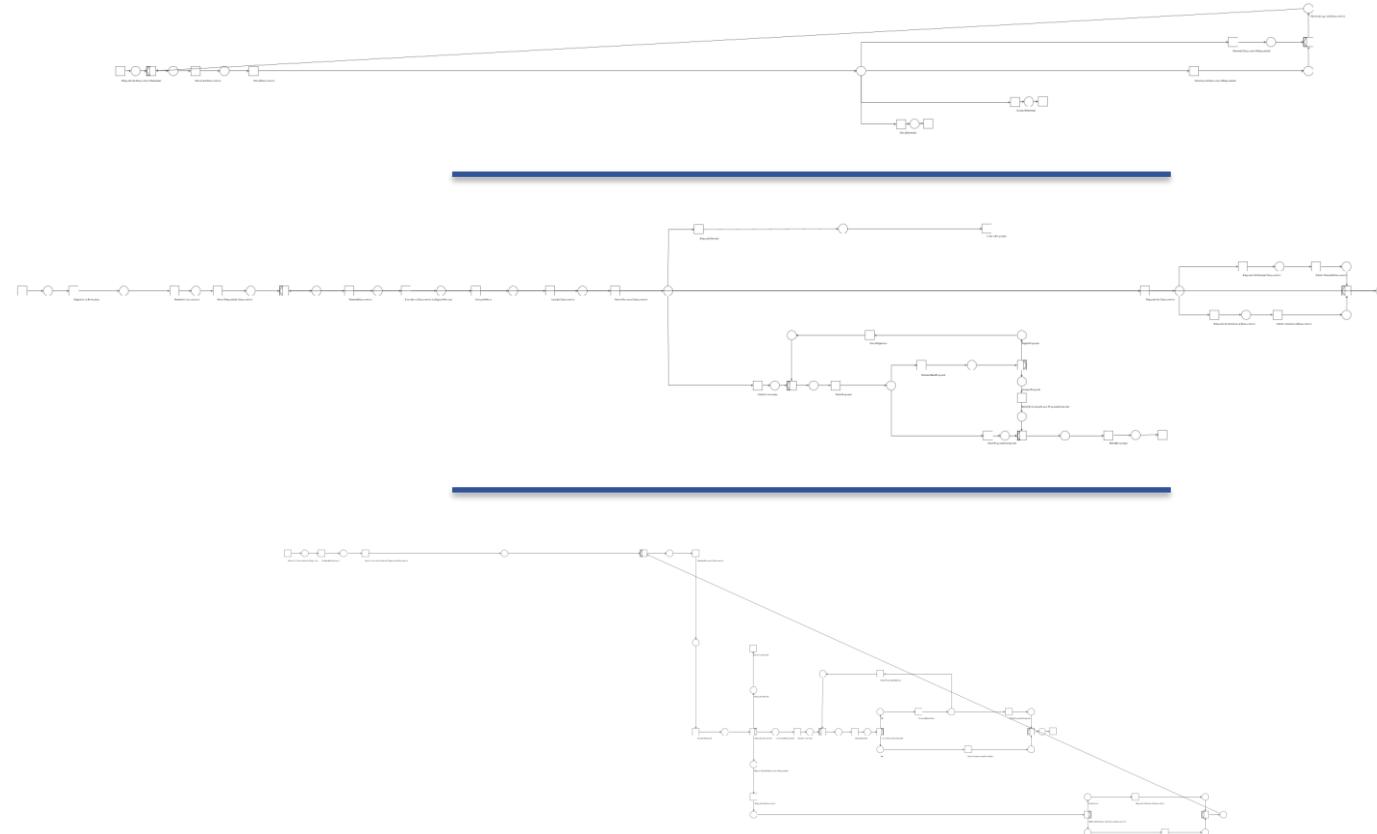


Sperimentazione sul progetto dell'esame di BPM



Testing su Rete Complessa

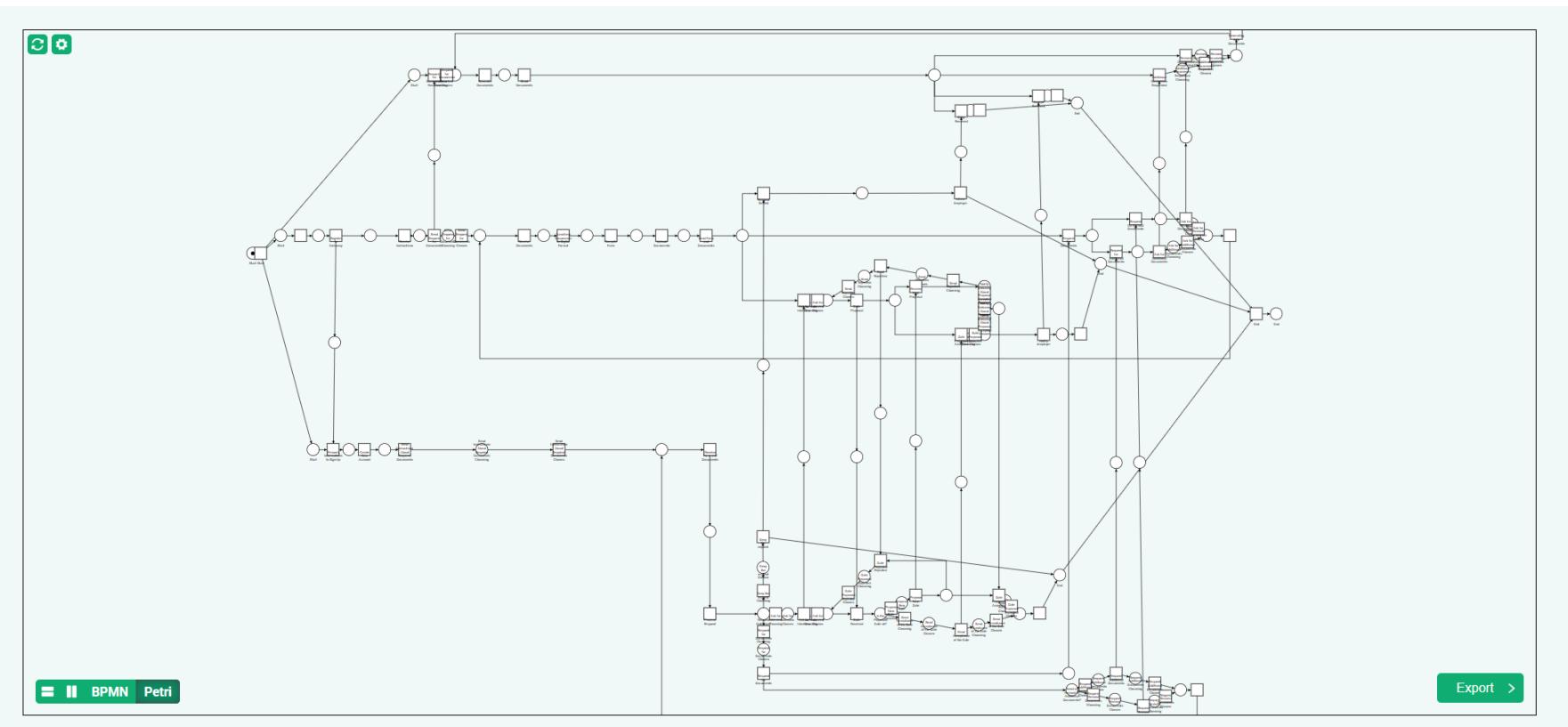
Esportazione dei singoli processi





Testing su Rete Complessa

Risultato della conversione





Conclusioni e Sviluppi Futuri

Un punto di riferimento per la gestione dei processi

Conclusioni

- Natura **Intuitiva** BPMN + **Rigorosità** Petri Net
- Traduzione consistente e layout originale mantenuto
- Possibilità di utilizzo in ambito professionale
- Questo tool verrà utilizzato all'interno del corso universitario di Business Process Modeling
- Codice Open Source (-3k righe di codice):
<https://github.com/BenjaNapo/bpmn-to-petri>

Sviluppi Futuri

- Modifica del BPMN
- Spostamento Elementi del Petri Net
- Analisi semantica del Petri Net
e simulazione (Token Game)
- Gestione avanzata dei Gateway Inclusivi
- Generazione coverability graph

Grazie per l'Attenzione

Domande?

