



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

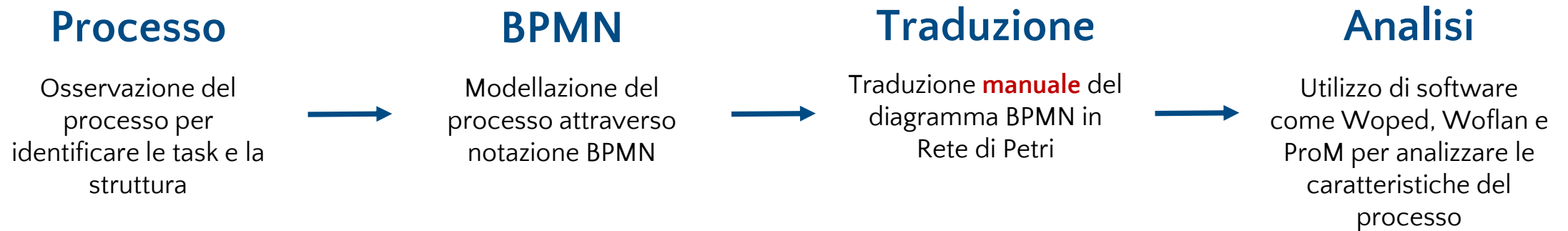
Perché ci interessiamo di questo campo?

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

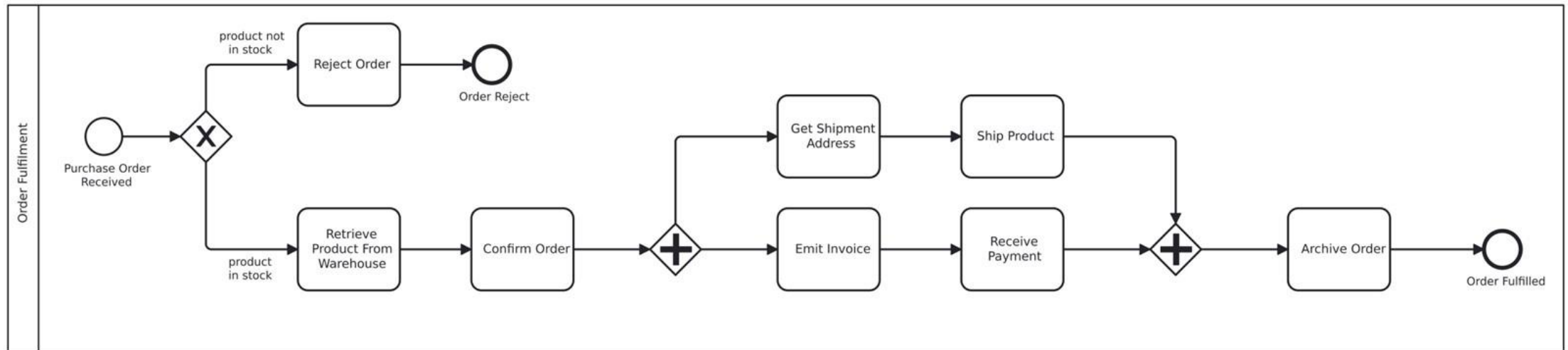
# BPM Workflow

Flusso di lavoro per efficientare i processi



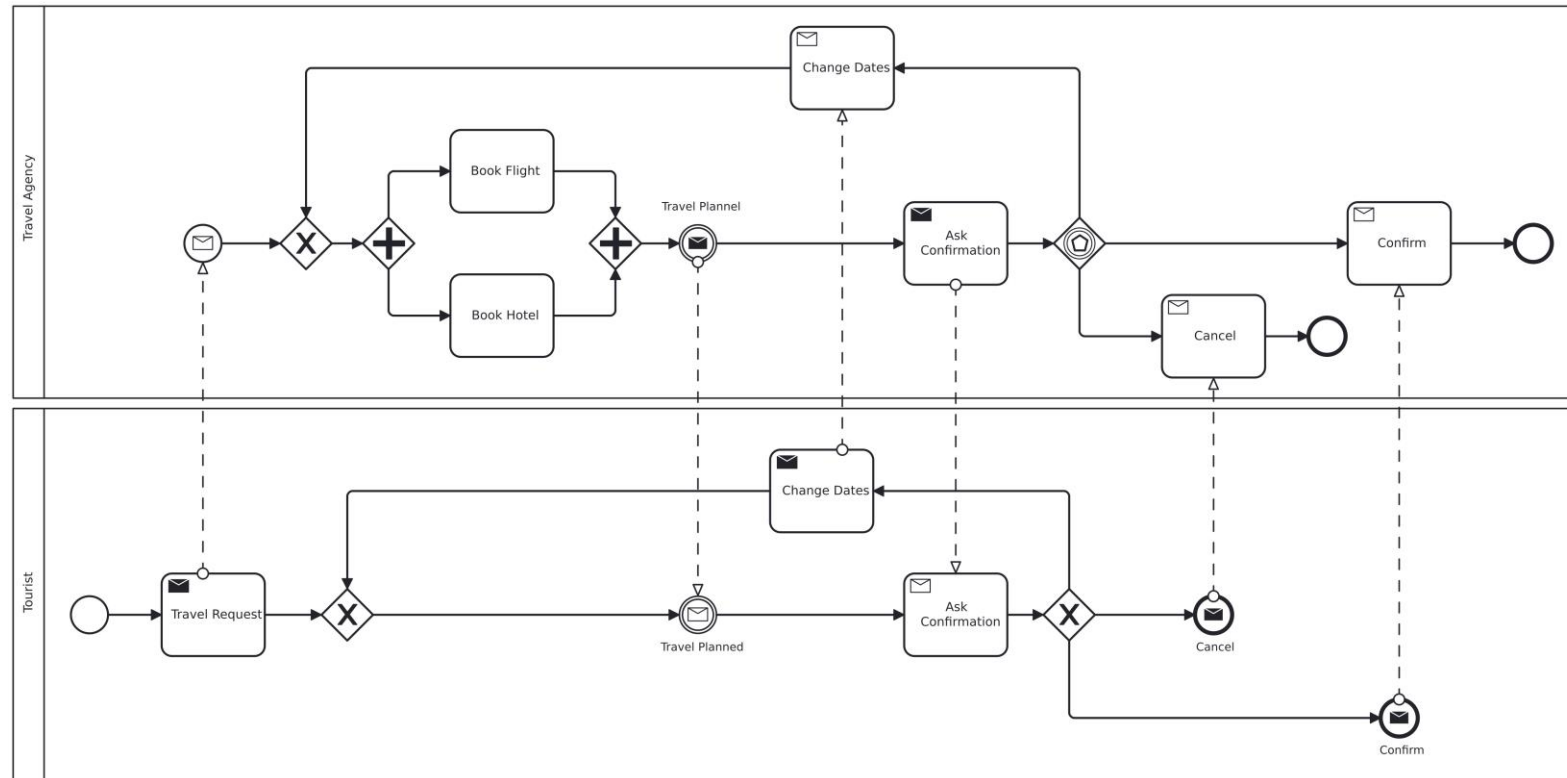
# Processo Singolo

Esempio di acquisto di un ordine

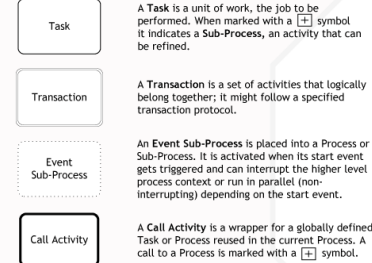


# Diagramma di Collaborazione

Esempio di acquisto biglietti tra turista e agenzia



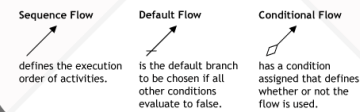
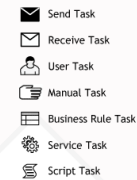
## Activities



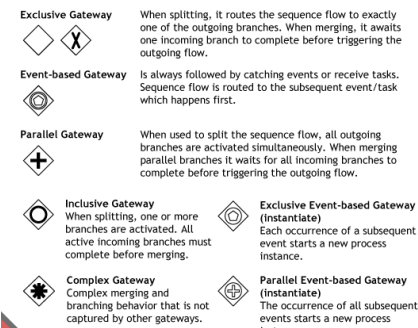
**Activity Markers**  
Markers indicate execution behavior of activities:



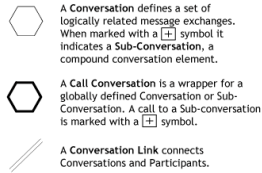
**Task Types**  
Types specify the nature of the action to be performed:



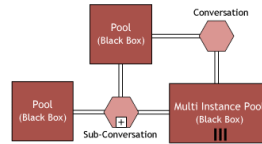
## Gateways



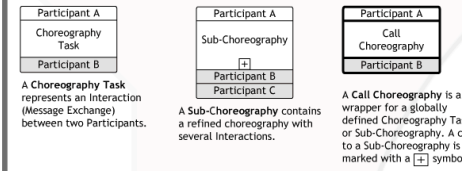
## Conversations



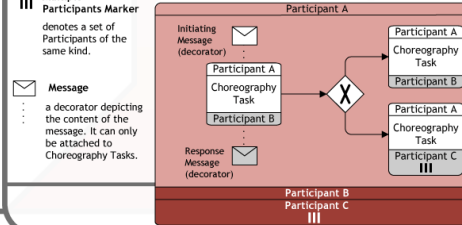
### Conversation Diagram



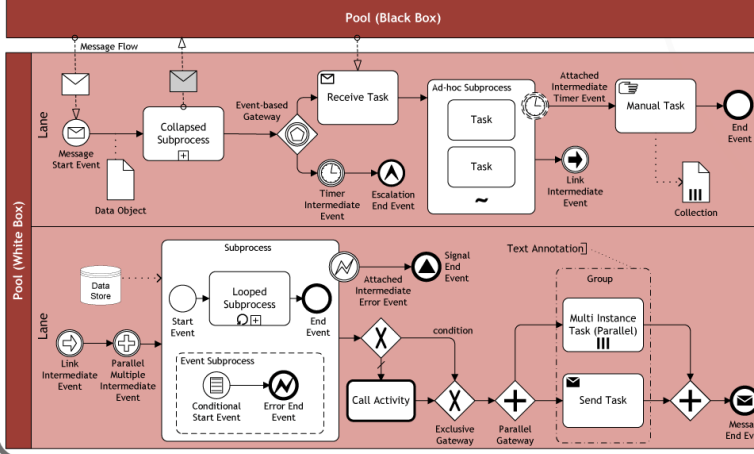
## Choreographies



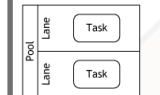
### Choreography Diagram



## Collaboration Diagram



## Swimlanes

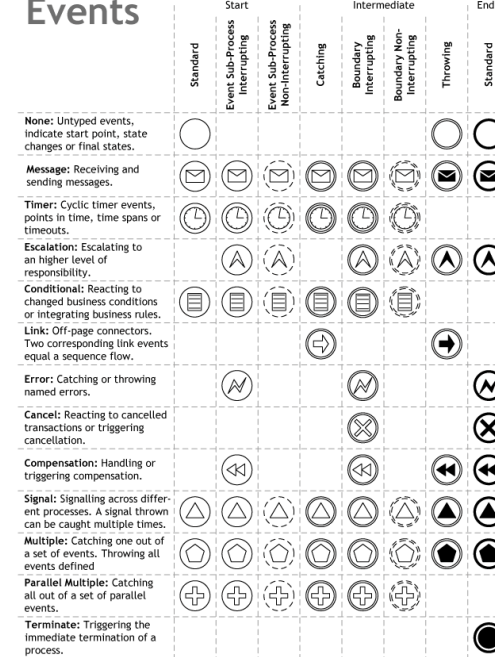


**Pools (Participants) and Lanes** represent responsibilities for activities in a process. A pool or a lane can be an organization, a role, or a system. Lanes subdivide pools or other lanes hierarchically.

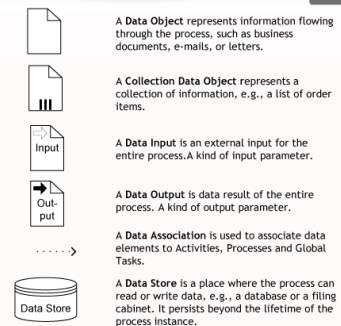
**Message Flow** symbolizes information flow across organizational boundaries. Message flow can be attached to pools, activities, or message events. The Message Flow can be decorated with an envelope depicting the content of the message.

The order of message exchanges can be specified by combining message flow and sequence flow.

## Events

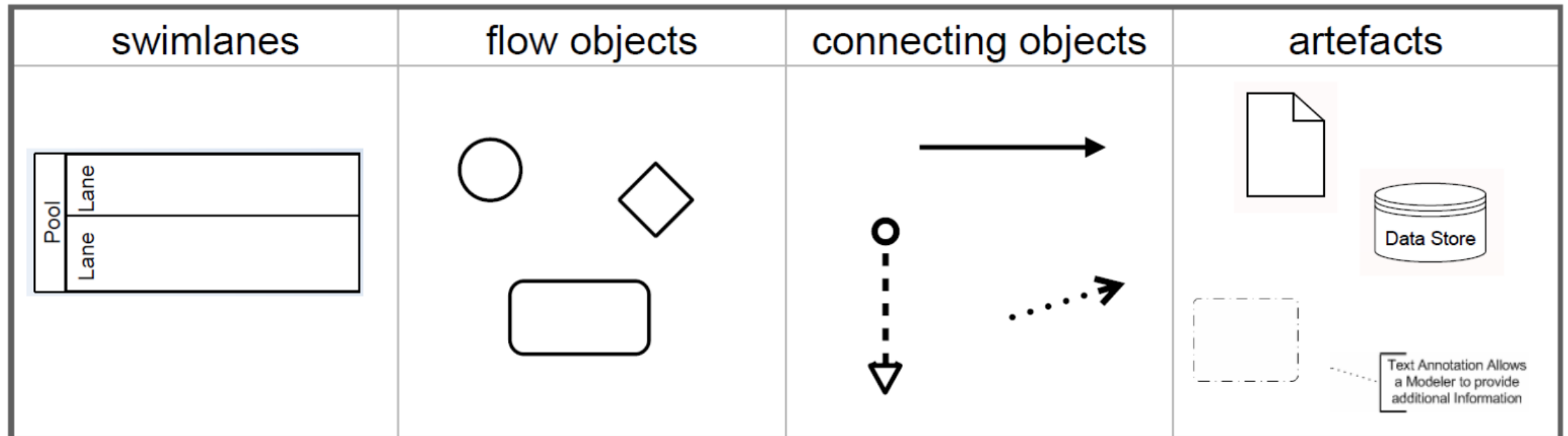


## Data



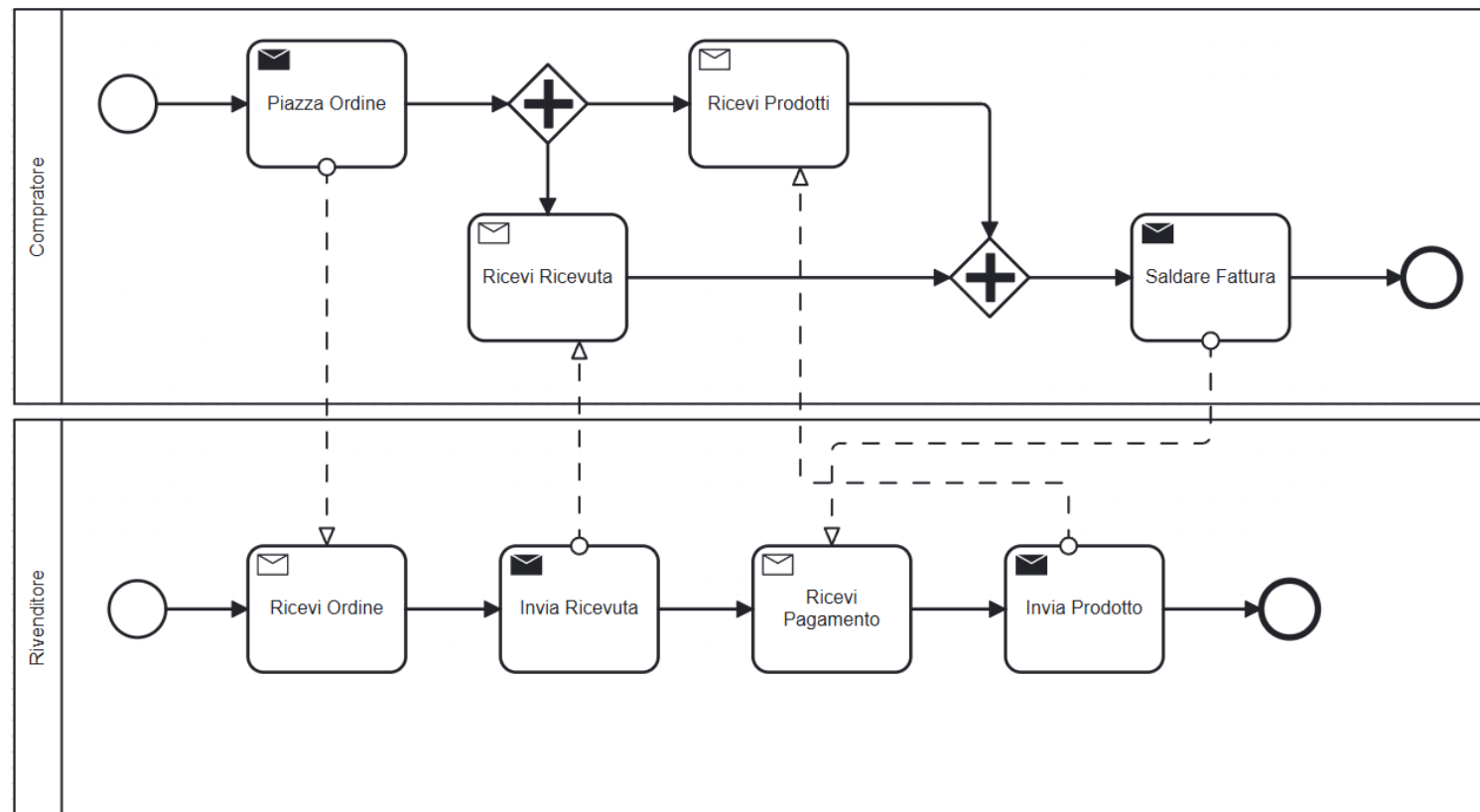
# Elementi BPMN

Panoramica degli elementi presenti nella notazione BPMN 2.0



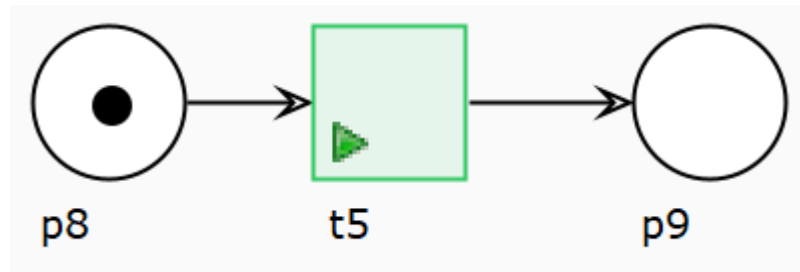
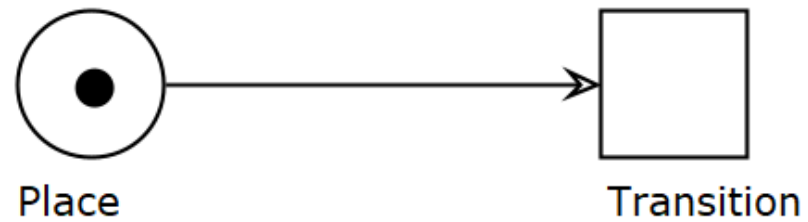
# Esempio Buyer-Reseller

Il processo è consistente?

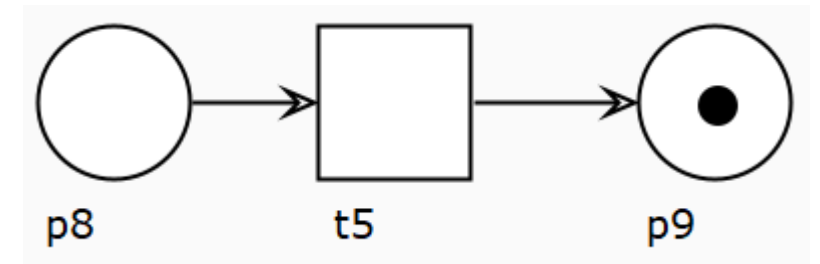


# Le Reti di Petri

Semplici ma efficaci

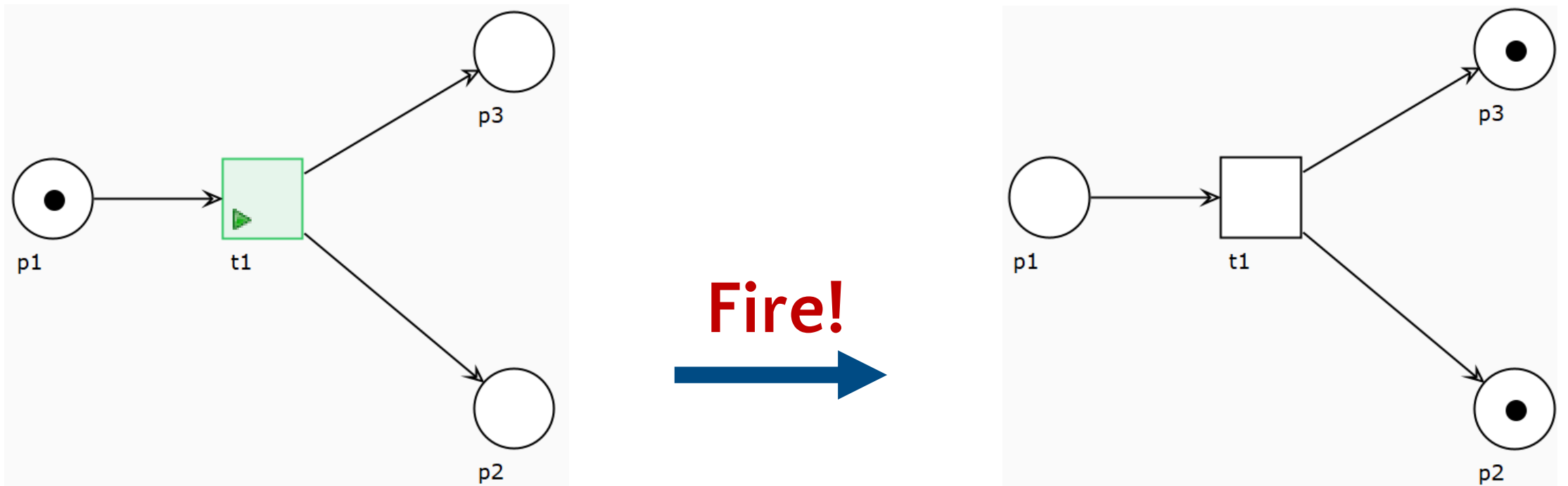


**Fire!**



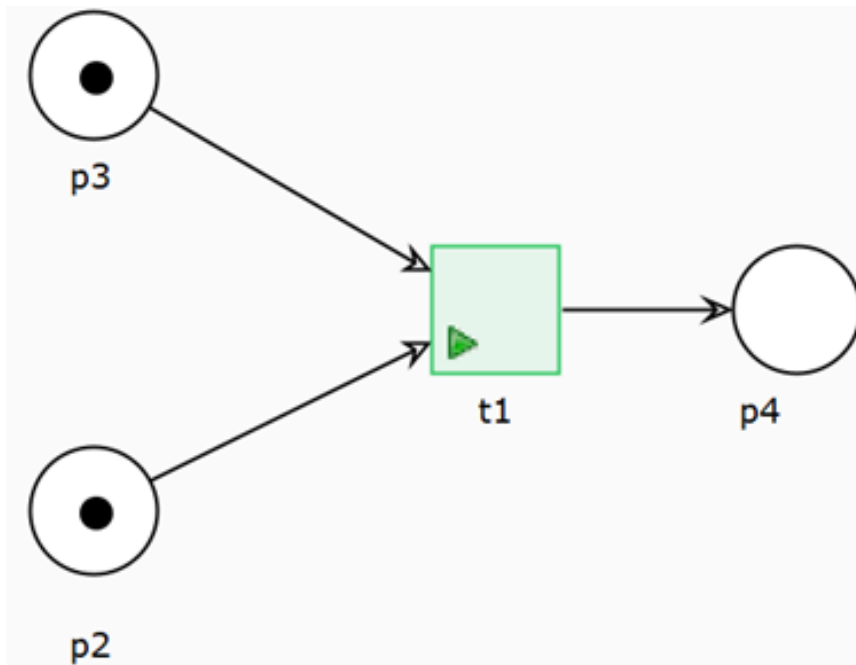
# Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di processi in parallelo tramite Petri Net

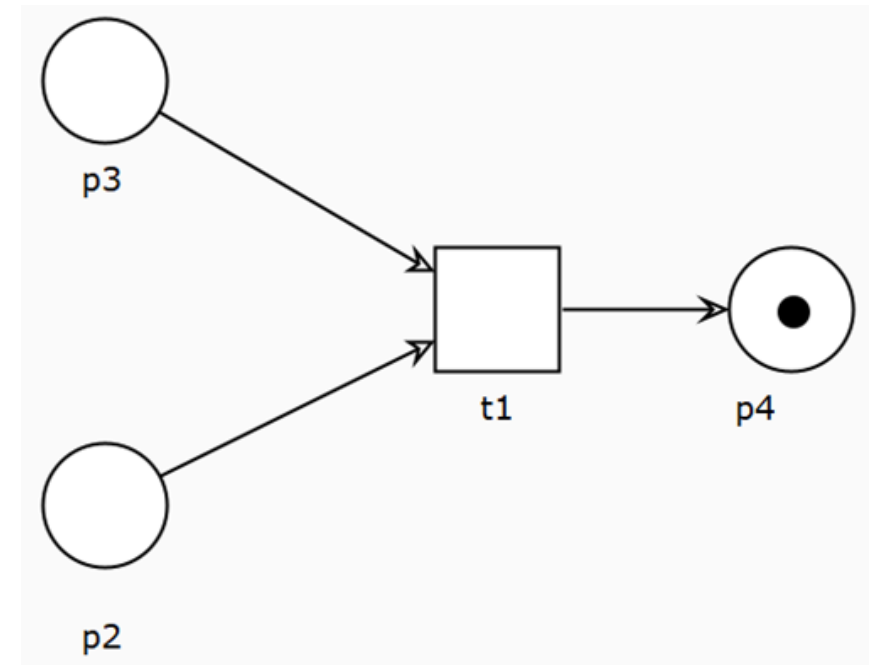


# Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di processi in parallelo tramite Petri Net

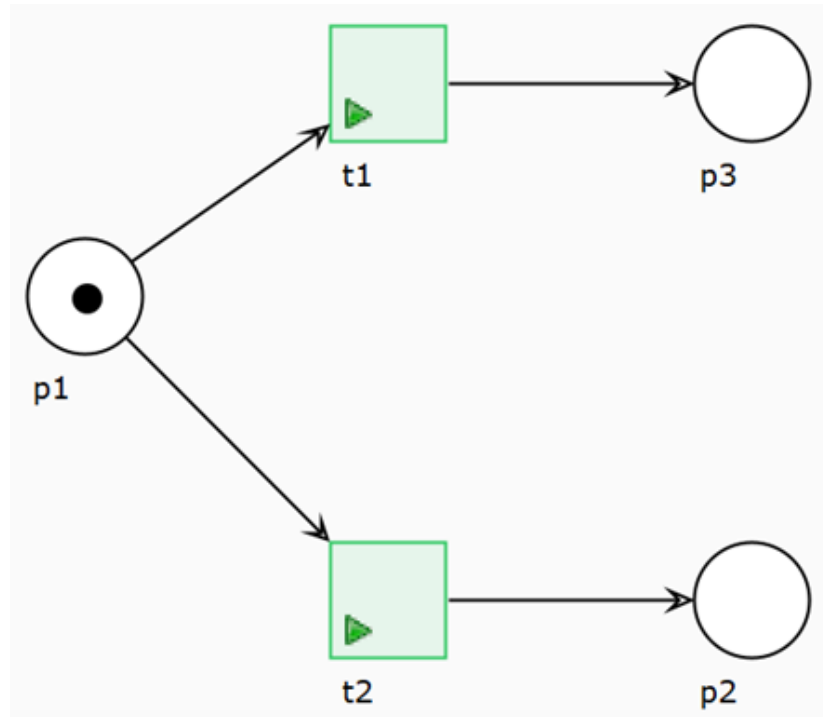


**Fire!**

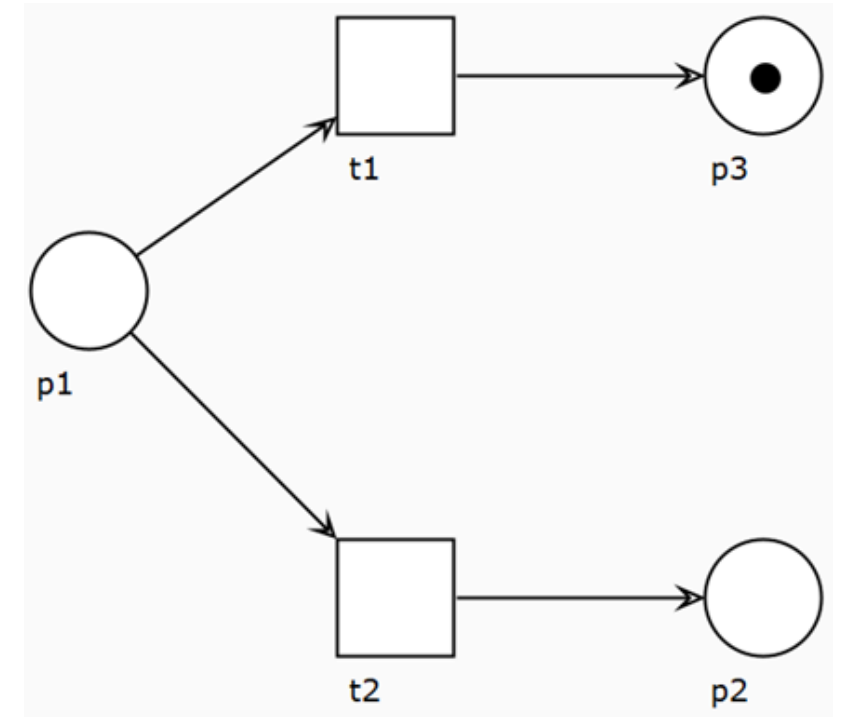


# Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di un nodo decisionale tramite Petri Net

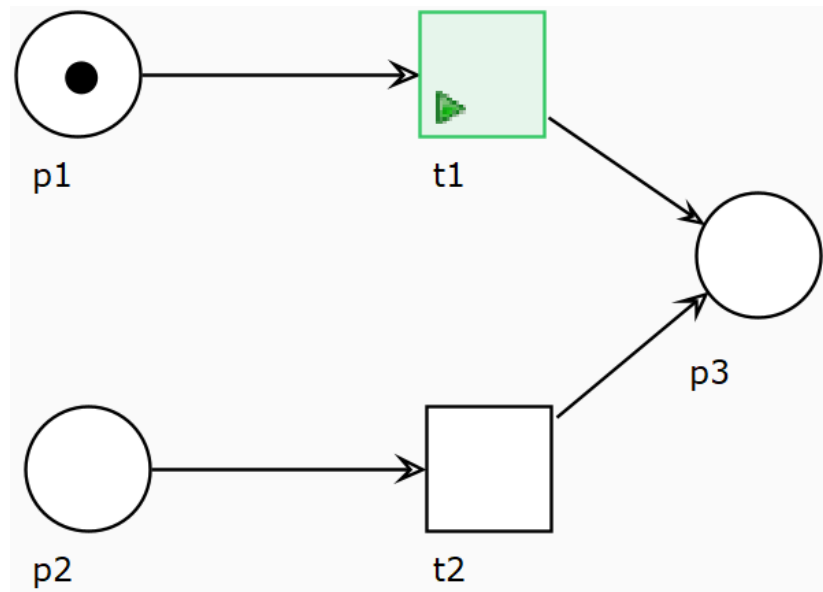


**Fire!**

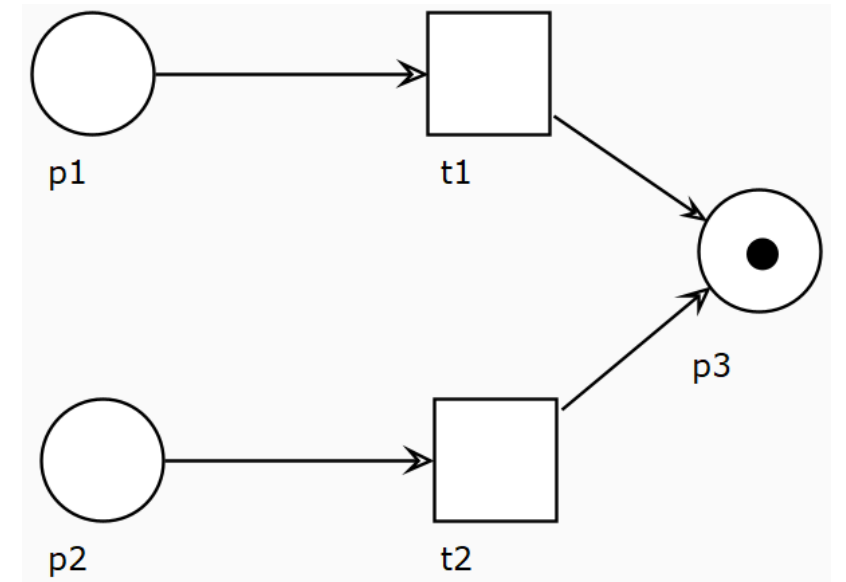


# Combinazioni Efficaci

Rappresentazione di un nodo decisionale tramite Petri Net



**Fire!**



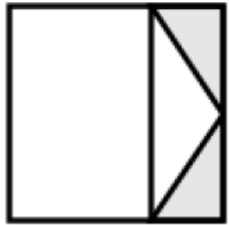
# Proprietà Reti di Petri

Panoramica delle proprietà che può possedere una rete di petri

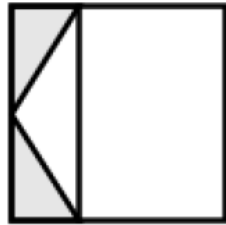
- Liveness
- Place-Liveness
- Dead Transition
- Dead Place
- Deadlock-Freedom
- Deadlock-freedom
- Boundedness
- Safeness
- Soundness (Workflow Nets)
  - No Dead Task
  - Option to Complete
  - Proper Completion

# Decorators

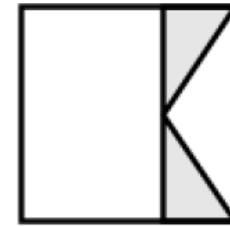
Uso di decoratori per semplificare la rete e mantenere la semantica



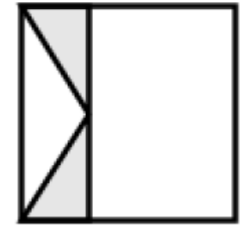
XOR-split



XOR-join



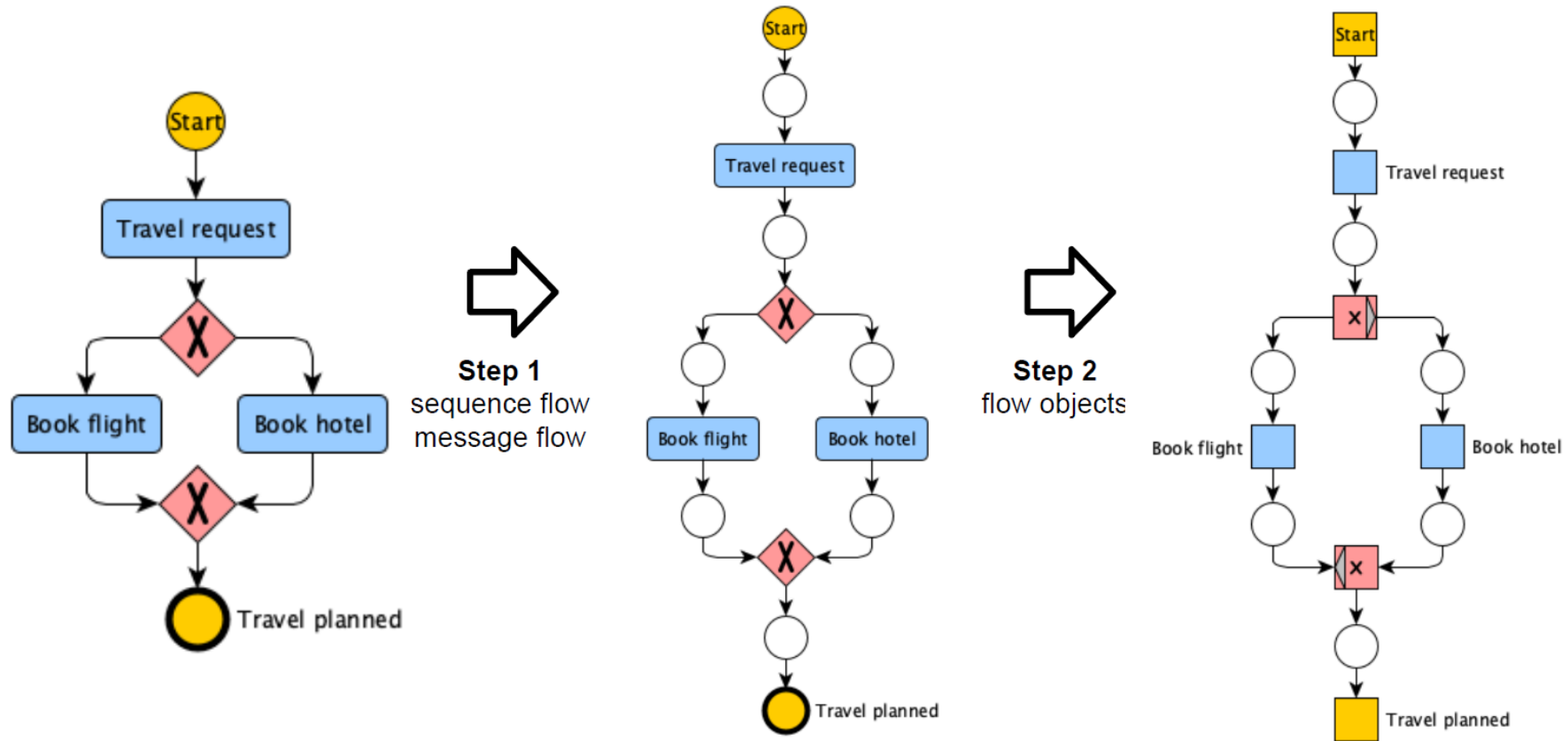
AND-split



AND-join

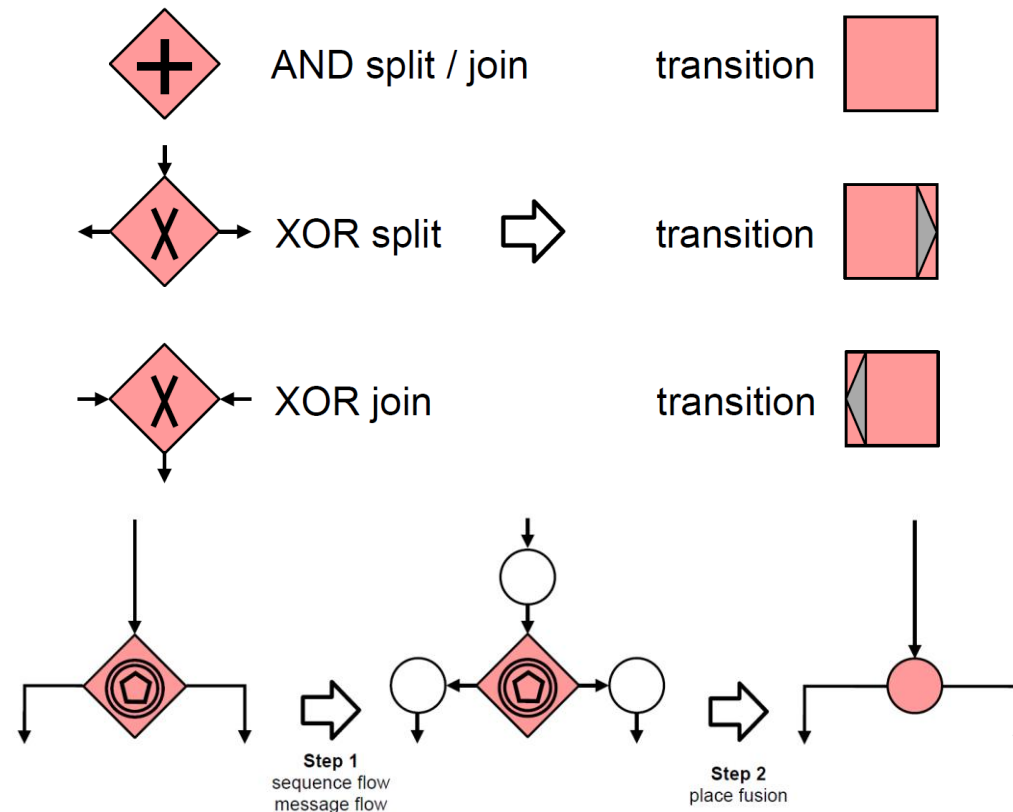
# Algoritmo di Traduzione

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



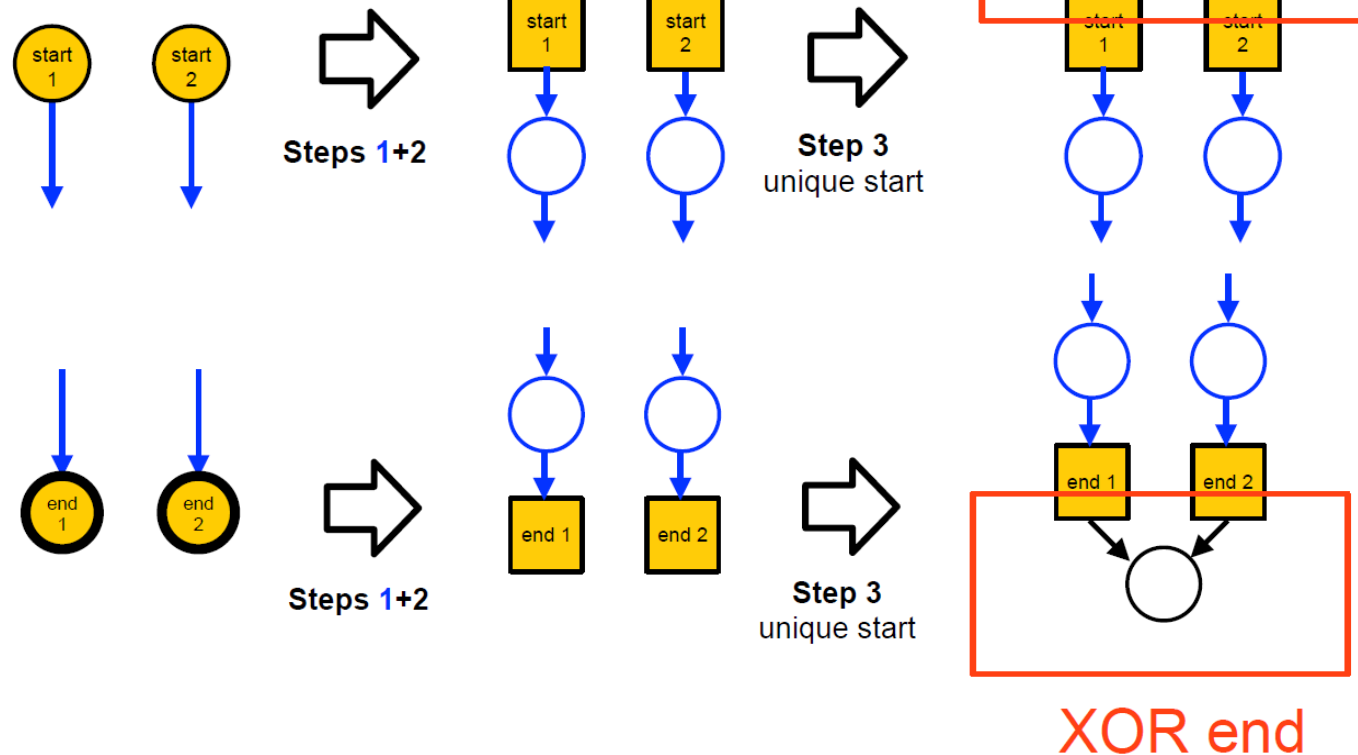
# Algoritmo di Traduzione

## Regole per la conversione dei Gateway



# Algoritmo di Traduzione

Step 3: diversi starting point



# Algoritmo di Traduzione

Step 3: sincronizzazione processi

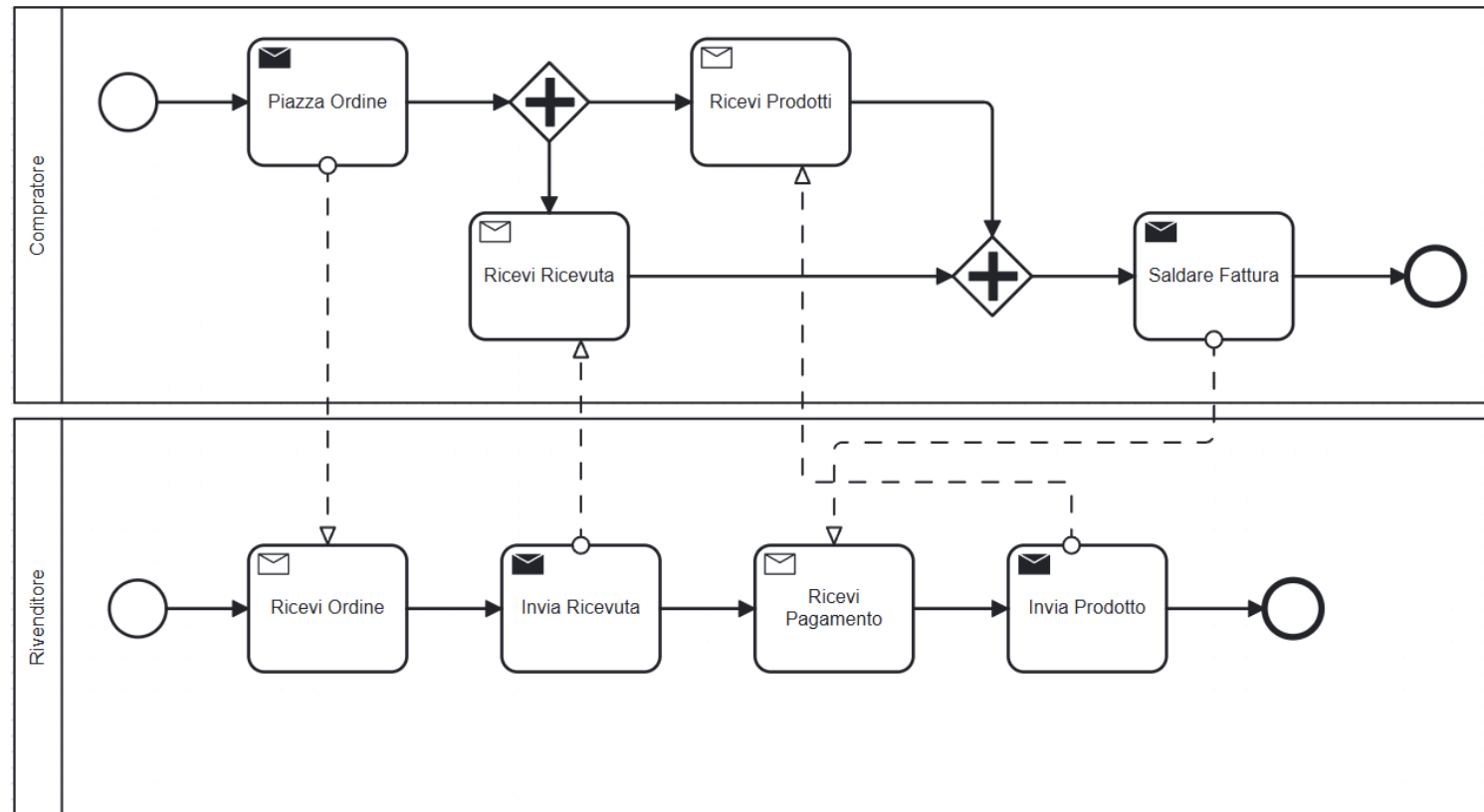


---

**Risultato:**  
**Workflow Net**

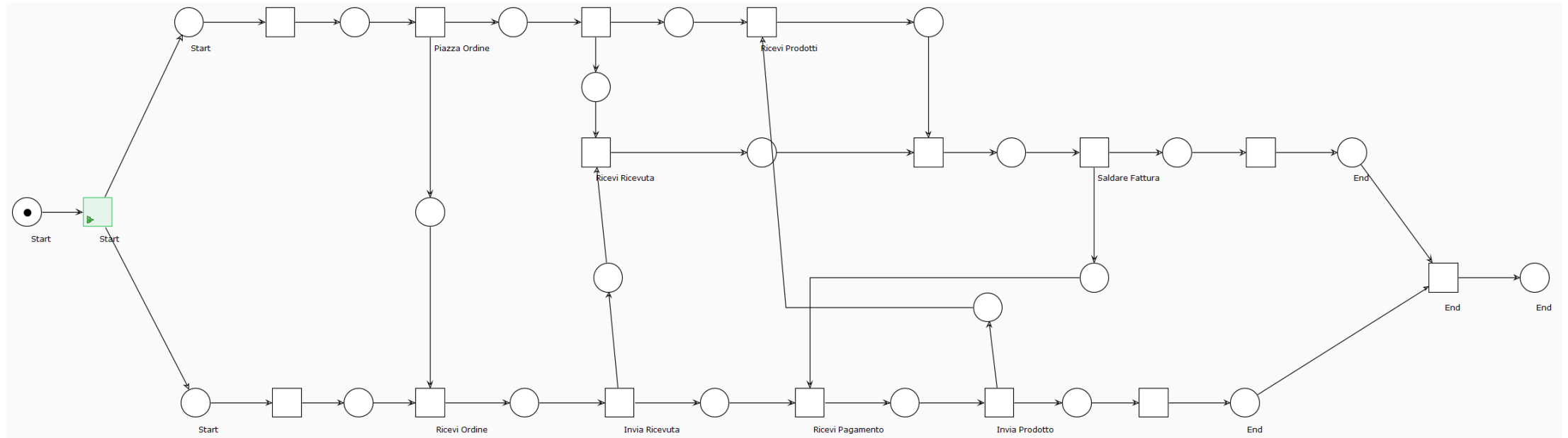
# Esempio Buyer-Reseller

Il processo è consistente?



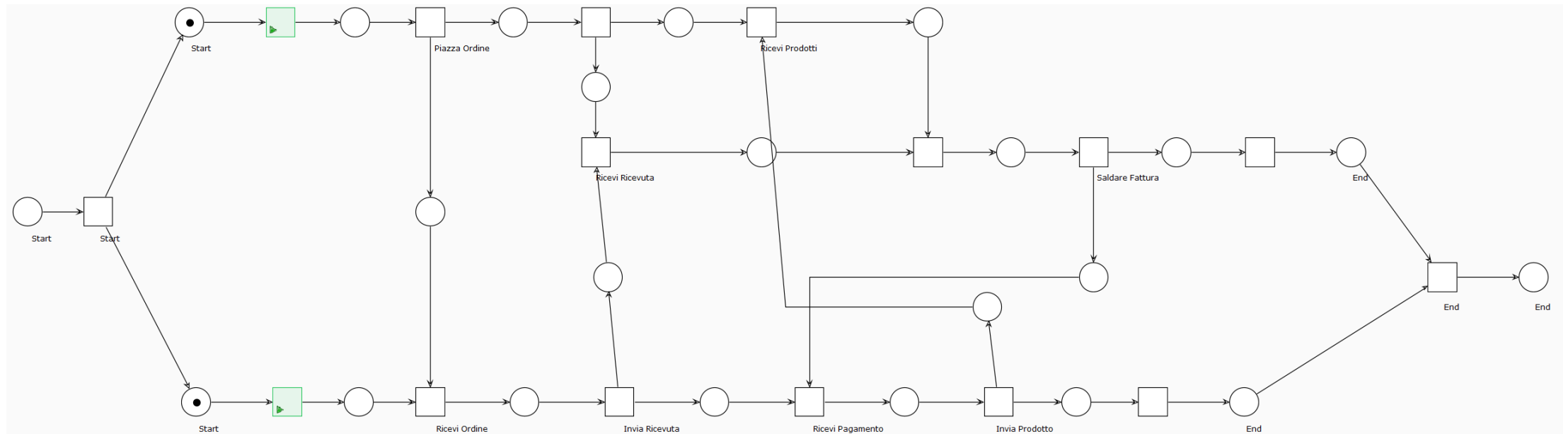
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



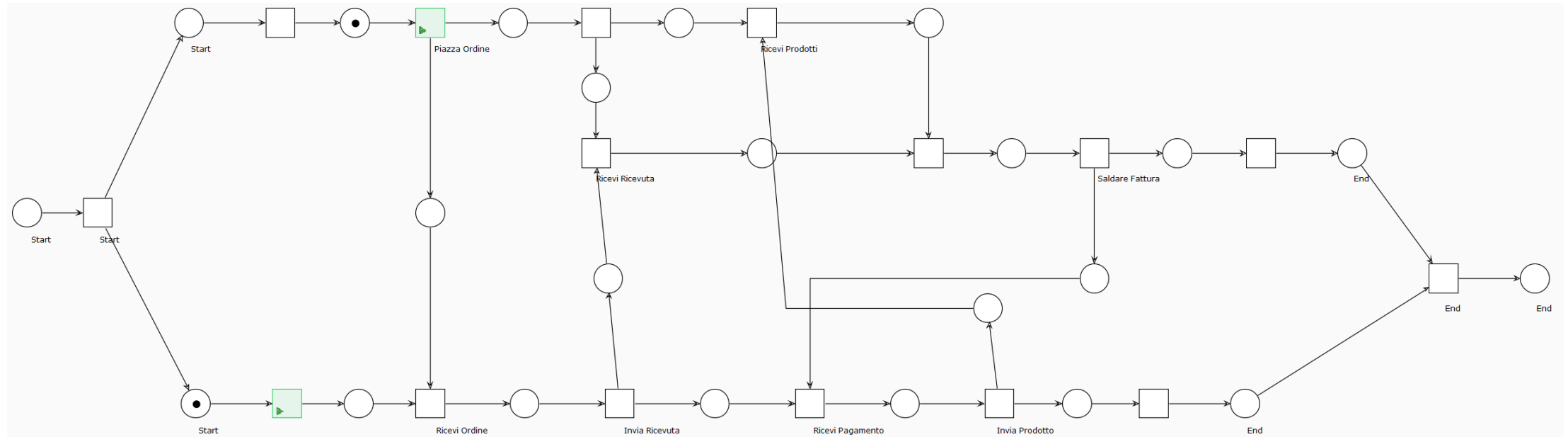
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



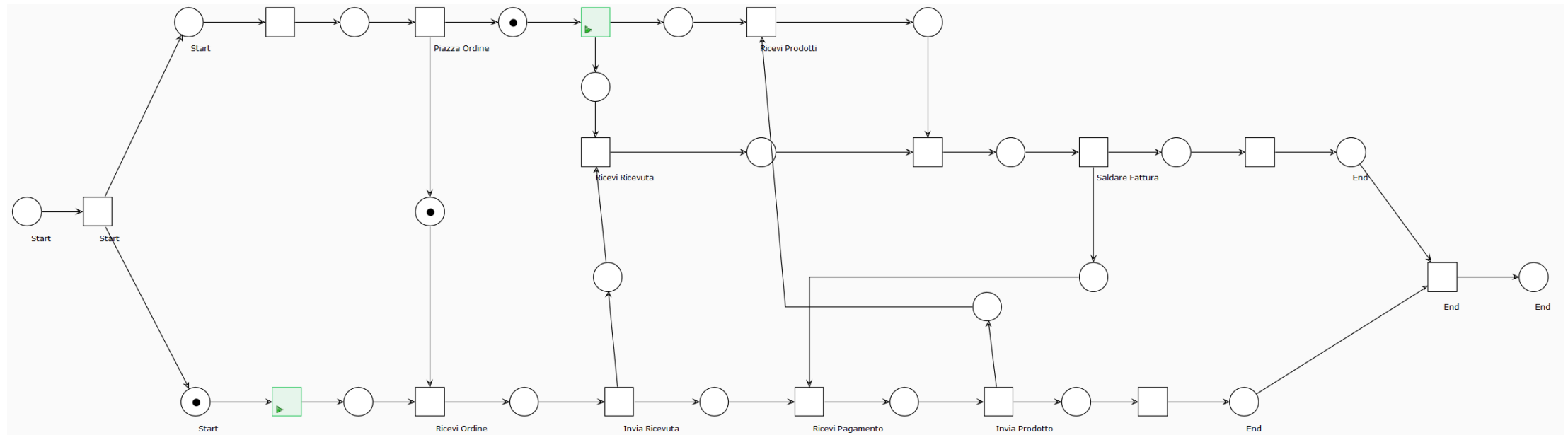
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



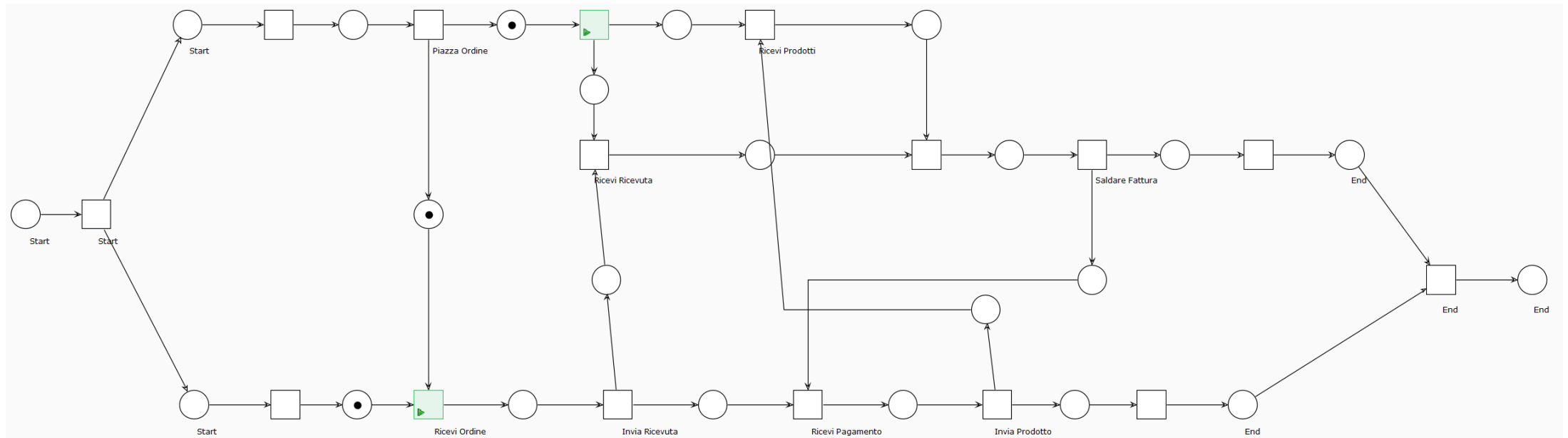
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



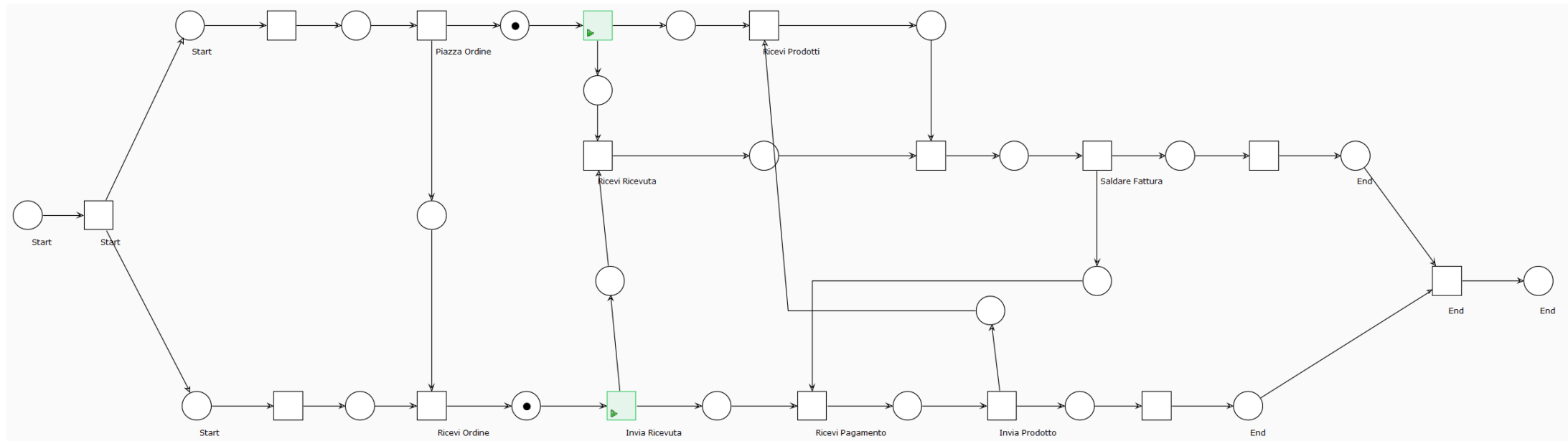
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



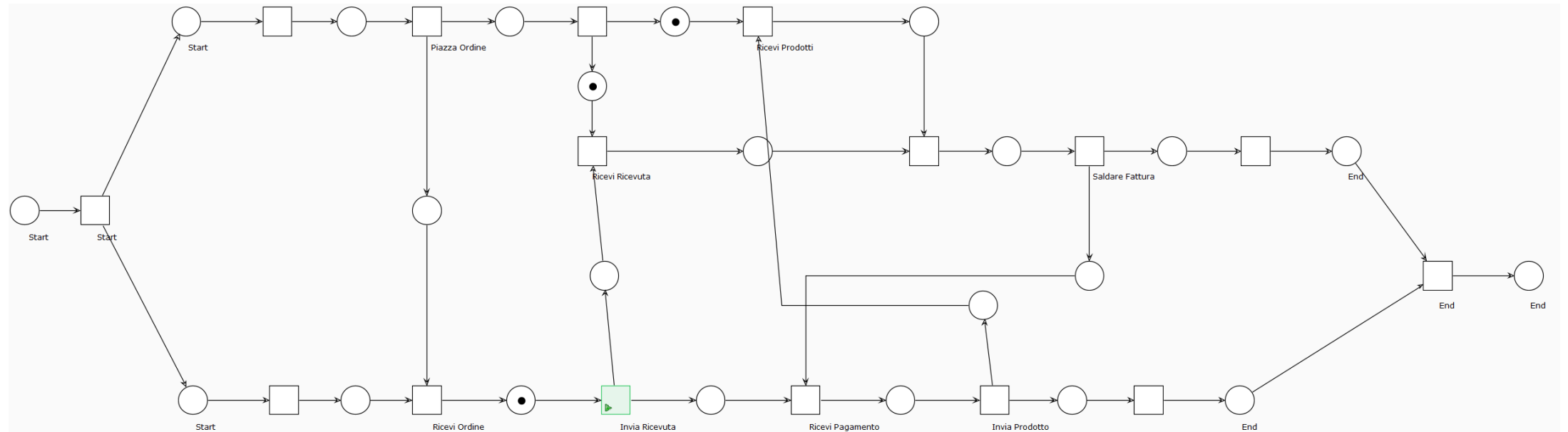
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



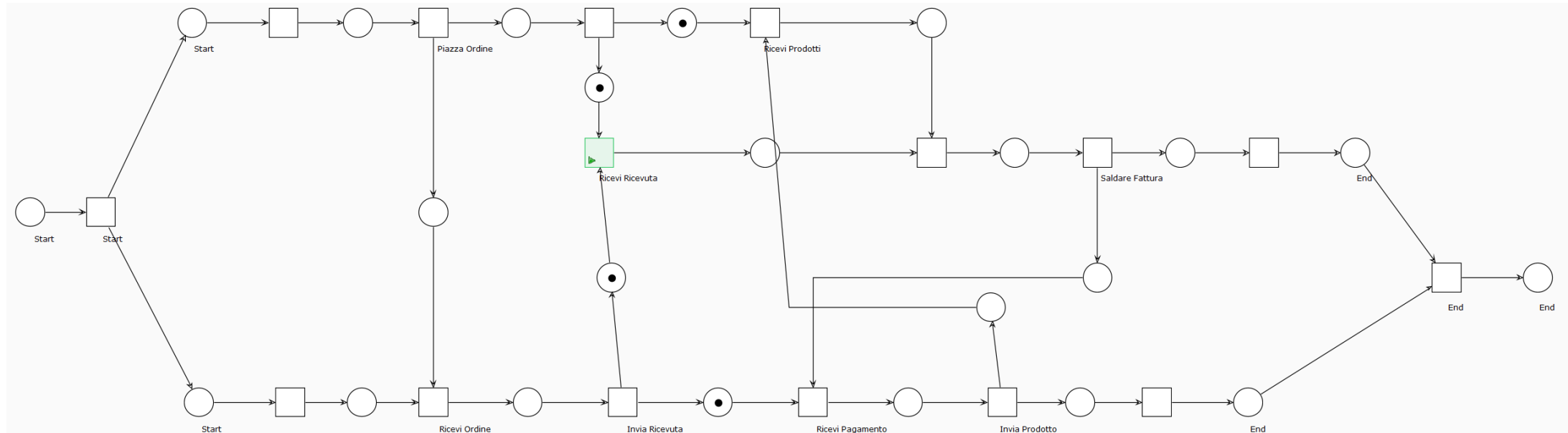
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



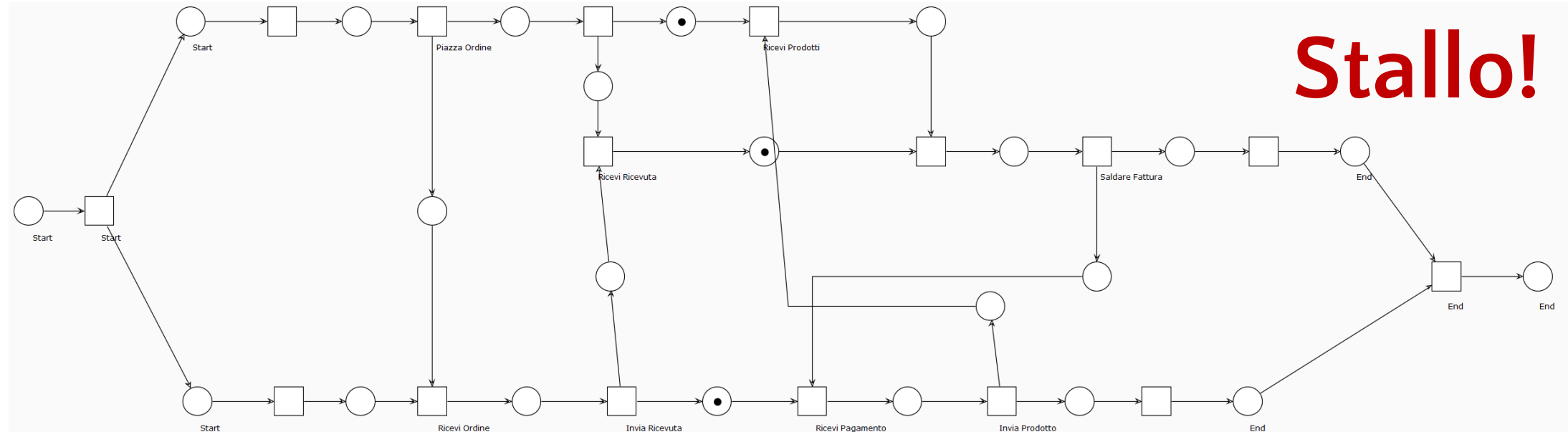
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



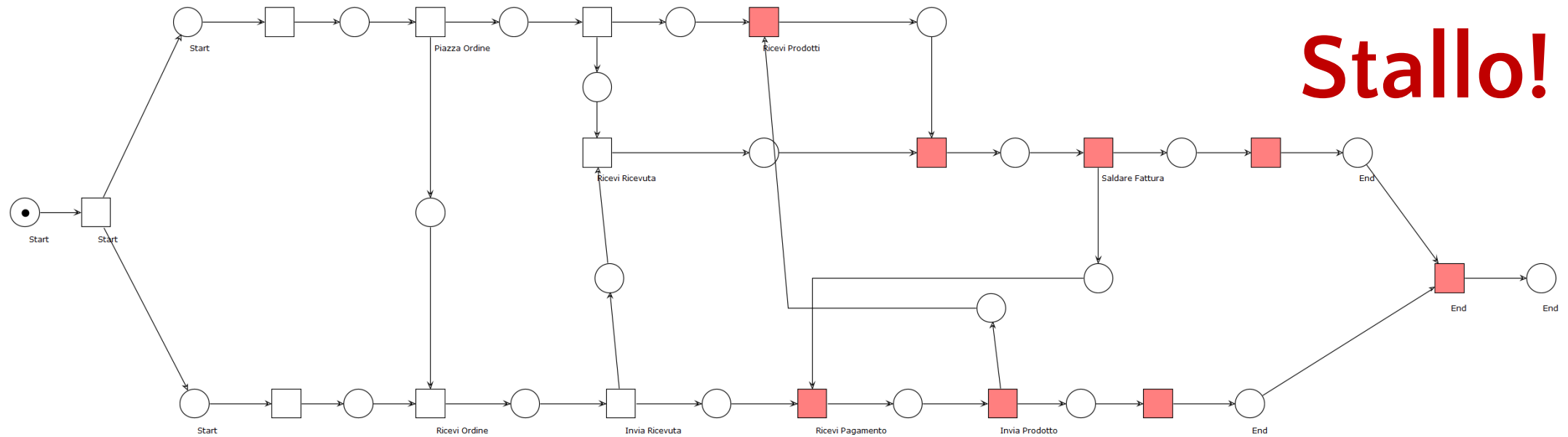
# Esempio Buyer-Reseller

Simulazione del processo tramite WoPed



# Esempio Buyer-Reseller

# Analisi del processo tramite WoPed



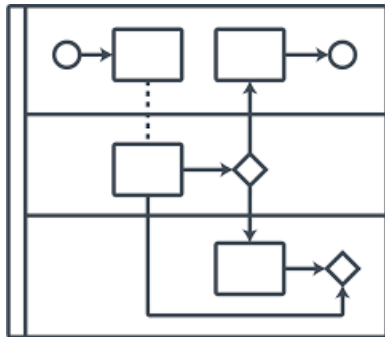
# Stallo!

# Punti di Forza

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

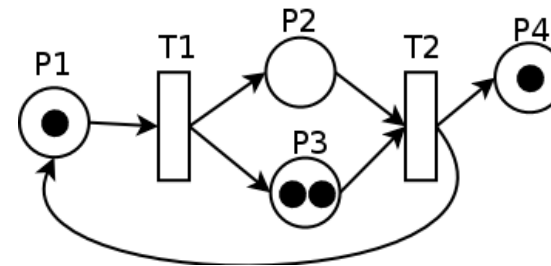
## BPMN

- 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

## 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

# 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 Collettivo

# 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



### Sviluppo

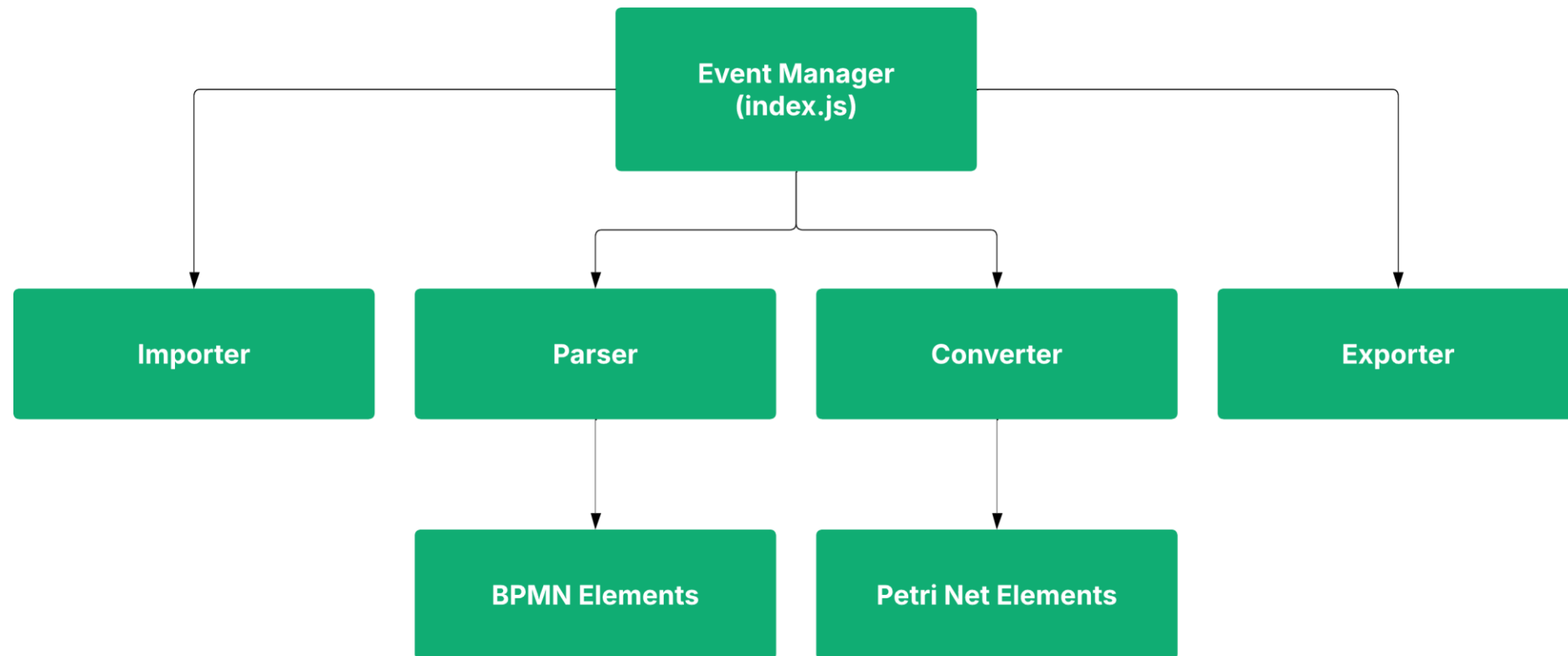


### Testing e Distribuzione



# Diagramma delle Classi

Panoramica ad alto livello delle classi coinvolte



# Translation Pipeline

Processo automatizzato di traduzione

## Importer

Handles the loading of BPMN files in XML format by removing unused namespace prefixes before parsing.



## Parser

Transforms the XML into a structured BPMN object and extracts layout data such as node positions and arc waypoints.



## Converter

Translates the BPMN structure into a Petri Net. It handles all flow objects, gateways, message flows and the additional features.



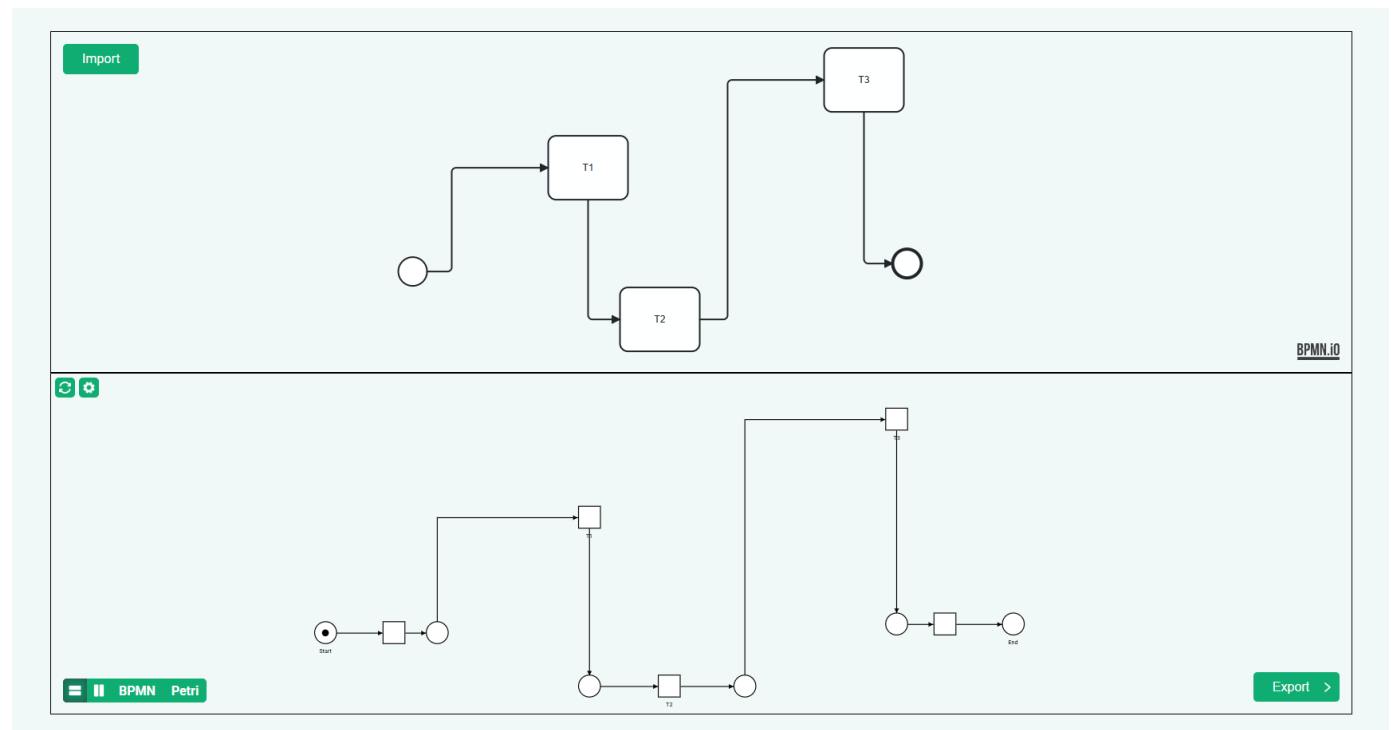
## Exporter

Generates the output Petri Net in PNML or DOT format. It supports single and multi-pool export and allows Graphviz.

# Gestione Layout

## Mantenimento del layout tra BPMN e Petri Net

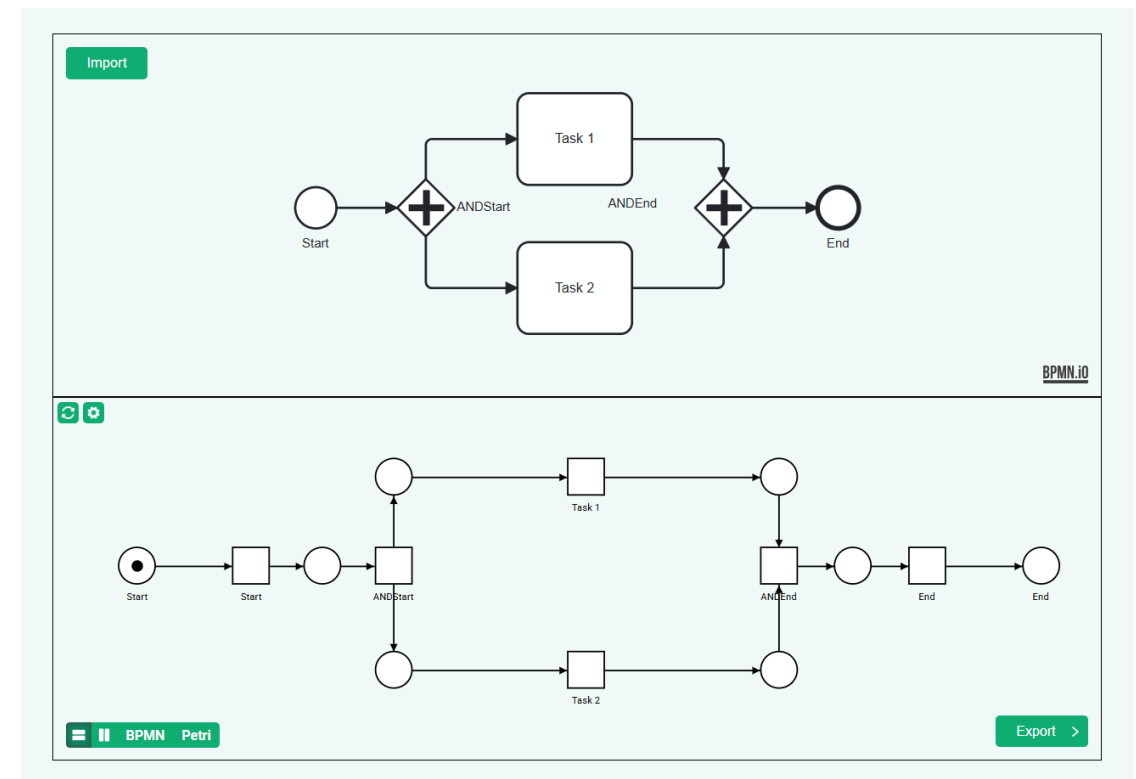
- Uso dei Waypoint del BPMN per salvare la disposizione



# Gestione Layout

## Mantenimento del layout tra BPMN e Petri Net

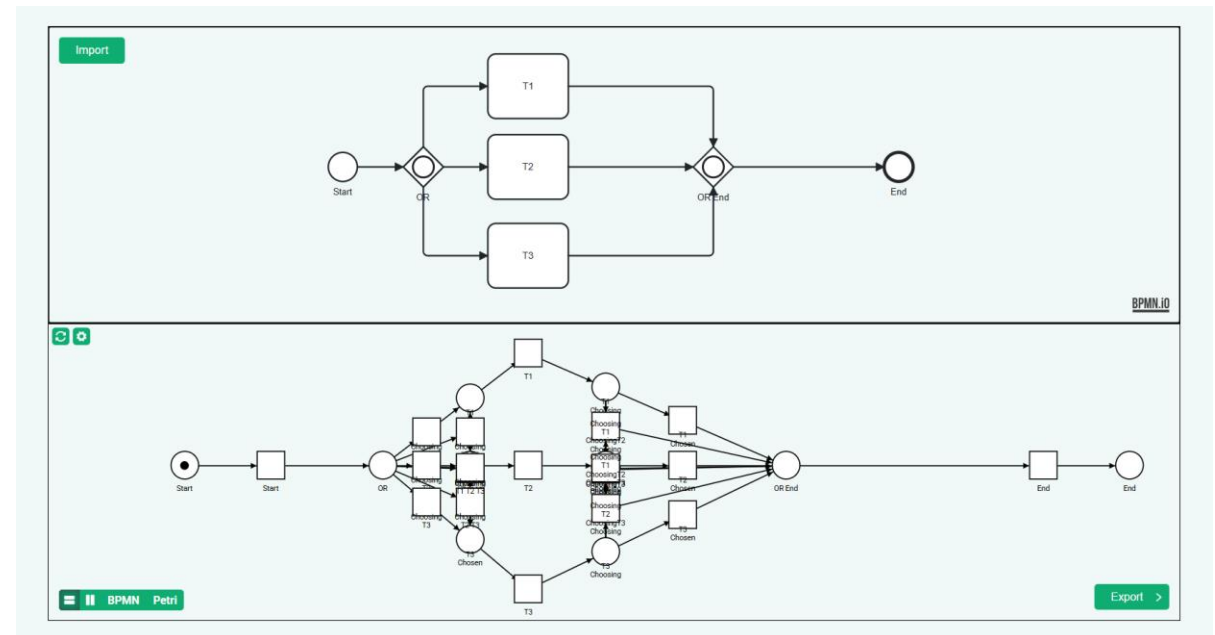
- Uso dei Waypoint del BPMN per salvare la disposizione
- Nodi aggiuntivi posizionati sui primi way point



# Gestione Gateway Inclusivi


Una sfida da gestire

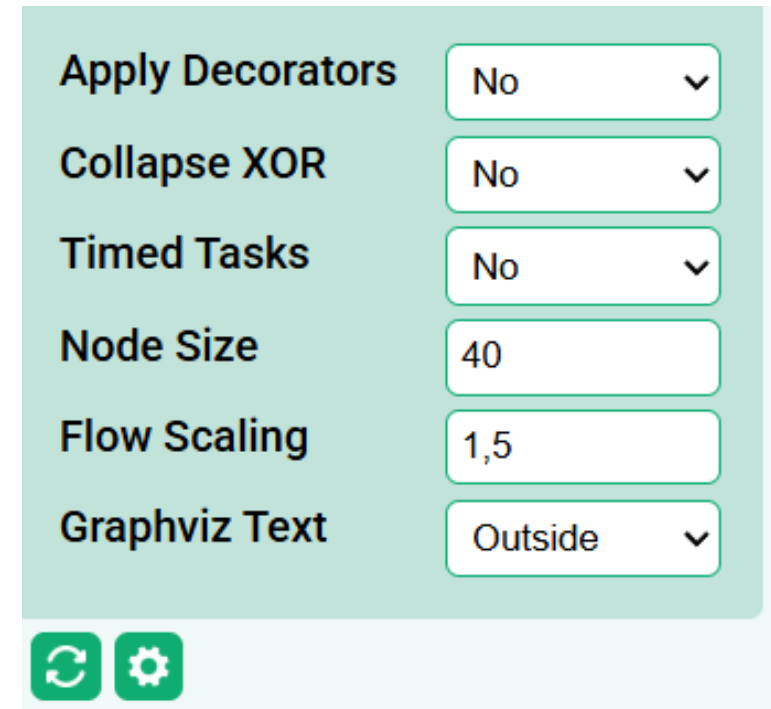
- Combinazione di nodi XOR e AND
- Crescita esponenziale:  
 $2^n - 1$  possibili percorsi
- Place generati unbounded
- Scarsa leggibilità





# Funzionalità Aggiuntive

## Possibilità di configurazione

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



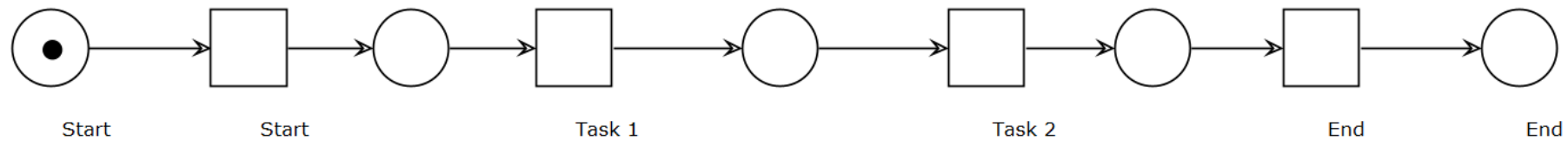
|                  |           |
|------------------|-----------|
| Apply Decorators | No ▼      |
| Collapse XOR     | No ▼      |
| Timed Tasks      | No ▼      |
| Node Size        | 40        |
| Flow Scaling     | 1,5       |
| Graphviz Text    | Outside ▼ |

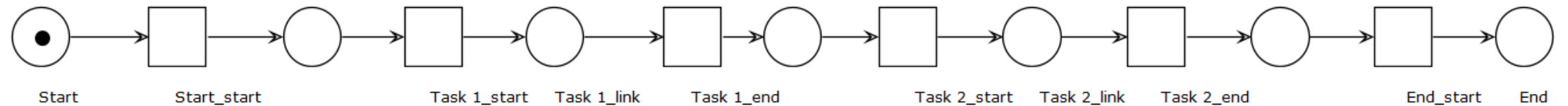
# Timed Task

Tracciamento di inizio e fine delle task

## Timed Task: **OFF**



## Timed Task: **ON**

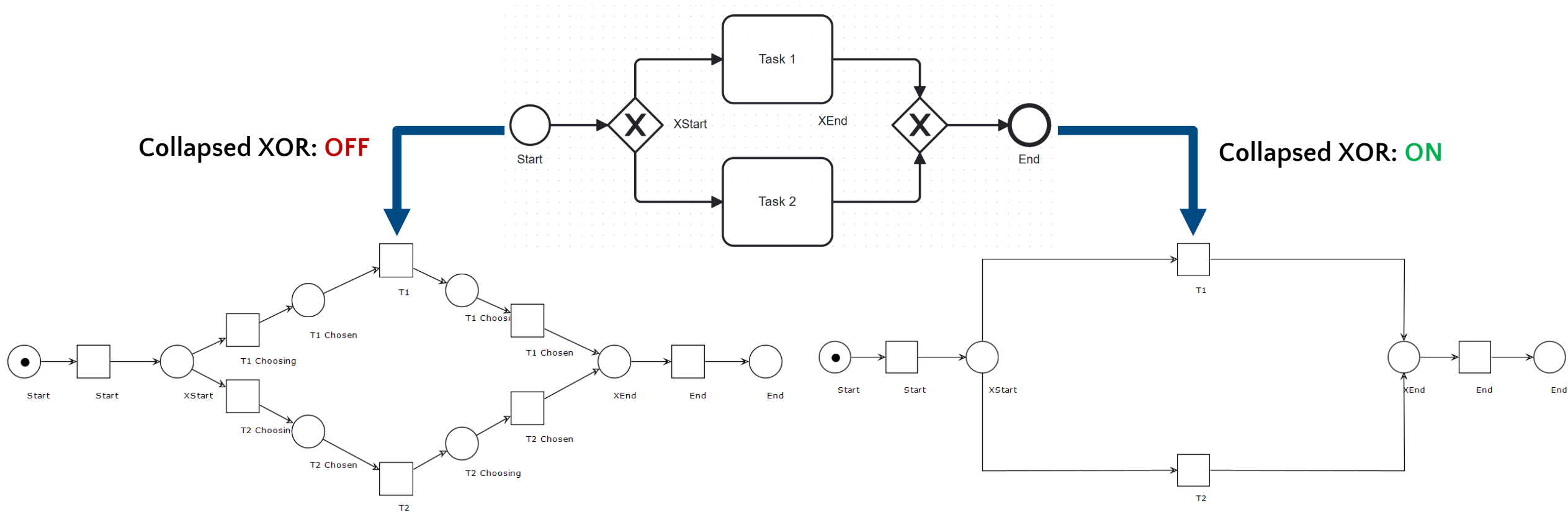


# Collapsed XOR

Maggiore leggibilità per i nodi decisionali esclusivi

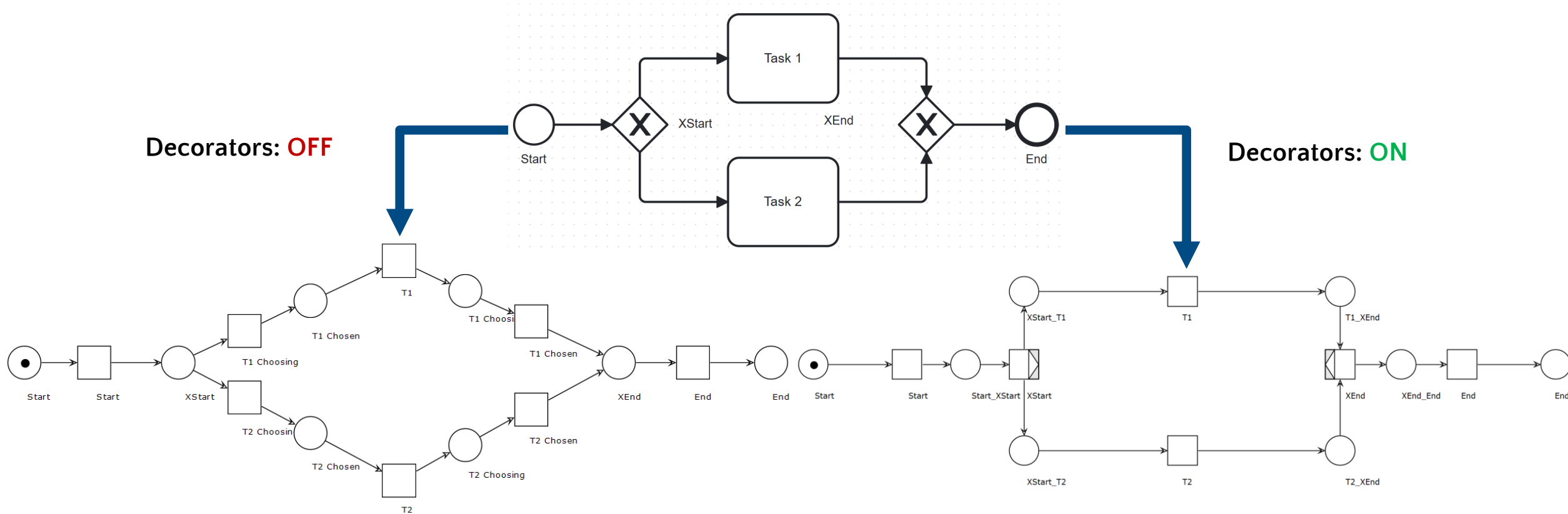
Collapsed XOR: **OFF**

Collapsed XOR: **ON**



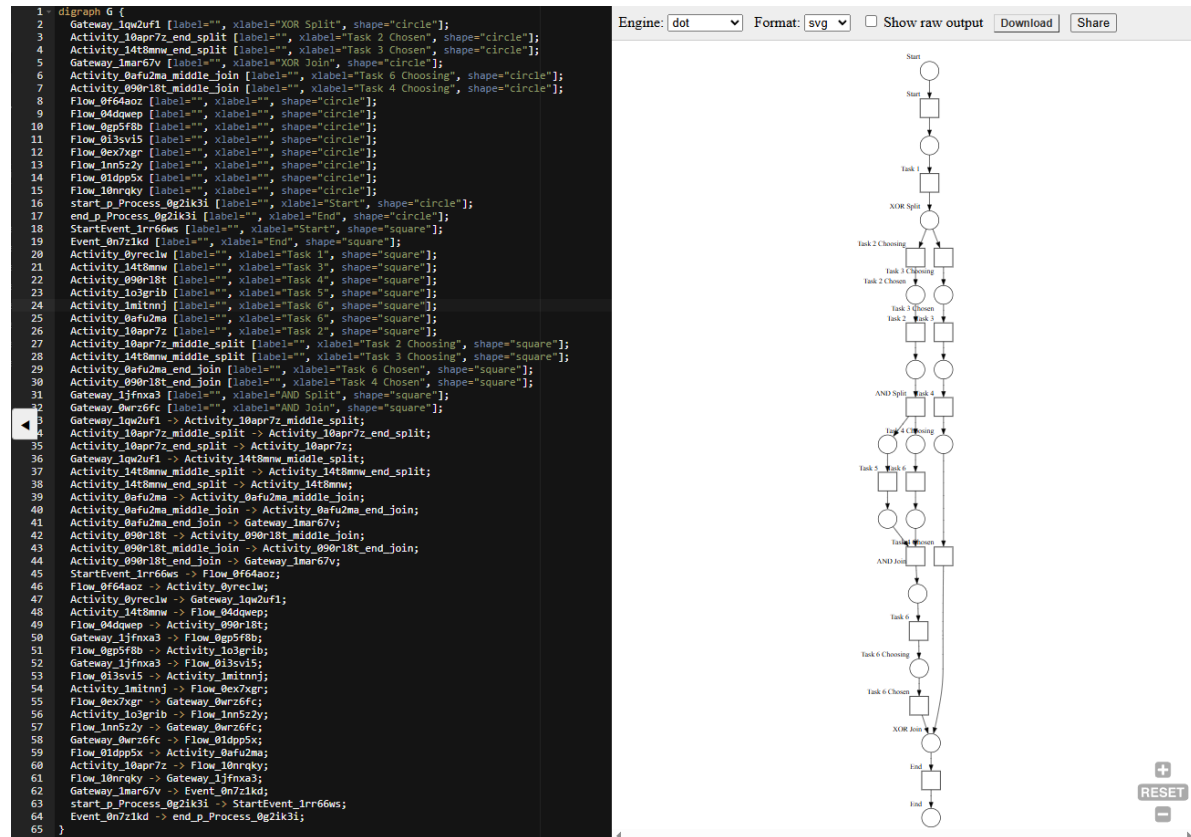
# Applicazione Decorators

Maggiore leggibilità per la traduzione dei gateway



# 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

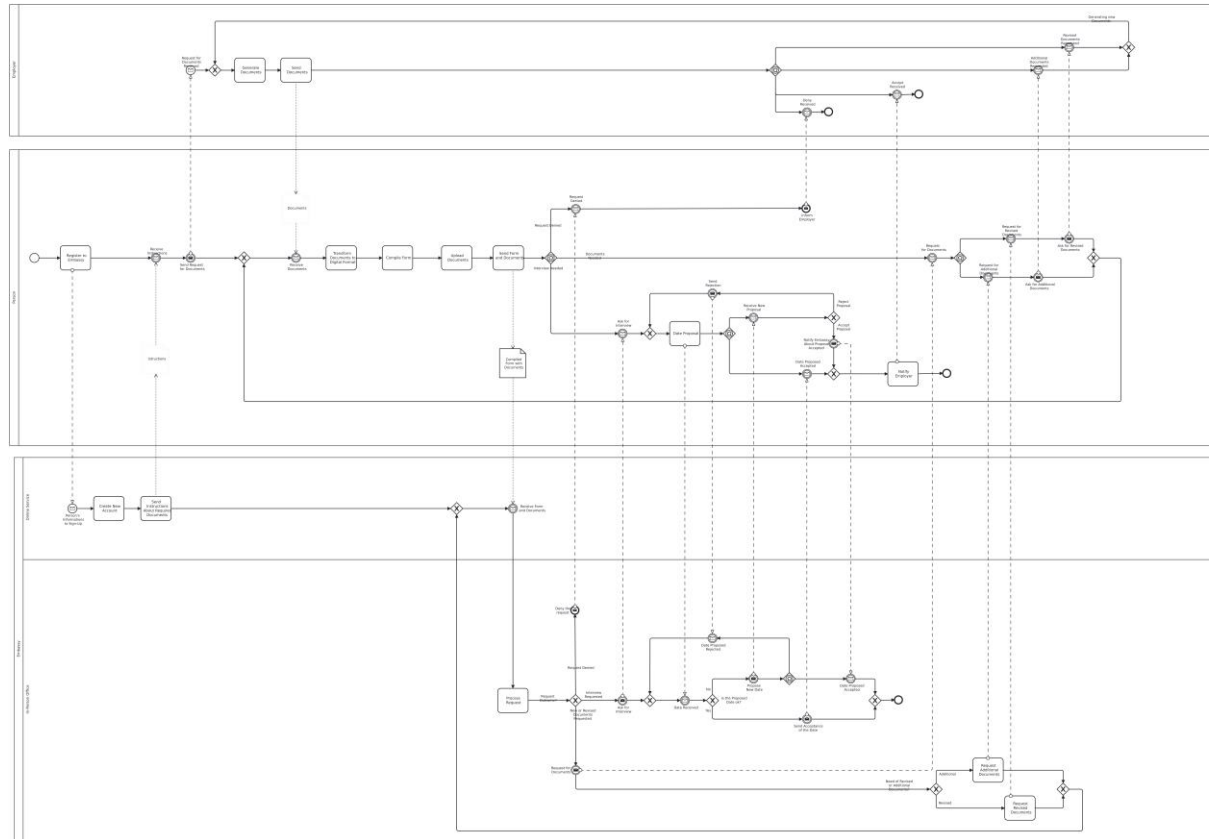
|                   |   |
|-------------------|---|
| Test Batch 1.bpmn |       |
| Test Batch 2.bpmn |       |
| Test Batch 3.bpmn |   |
| Test Batch 4.bpmn |   |
| Test Batch 5.bpmn |   |

Download all

# Testing su Rete Complessa

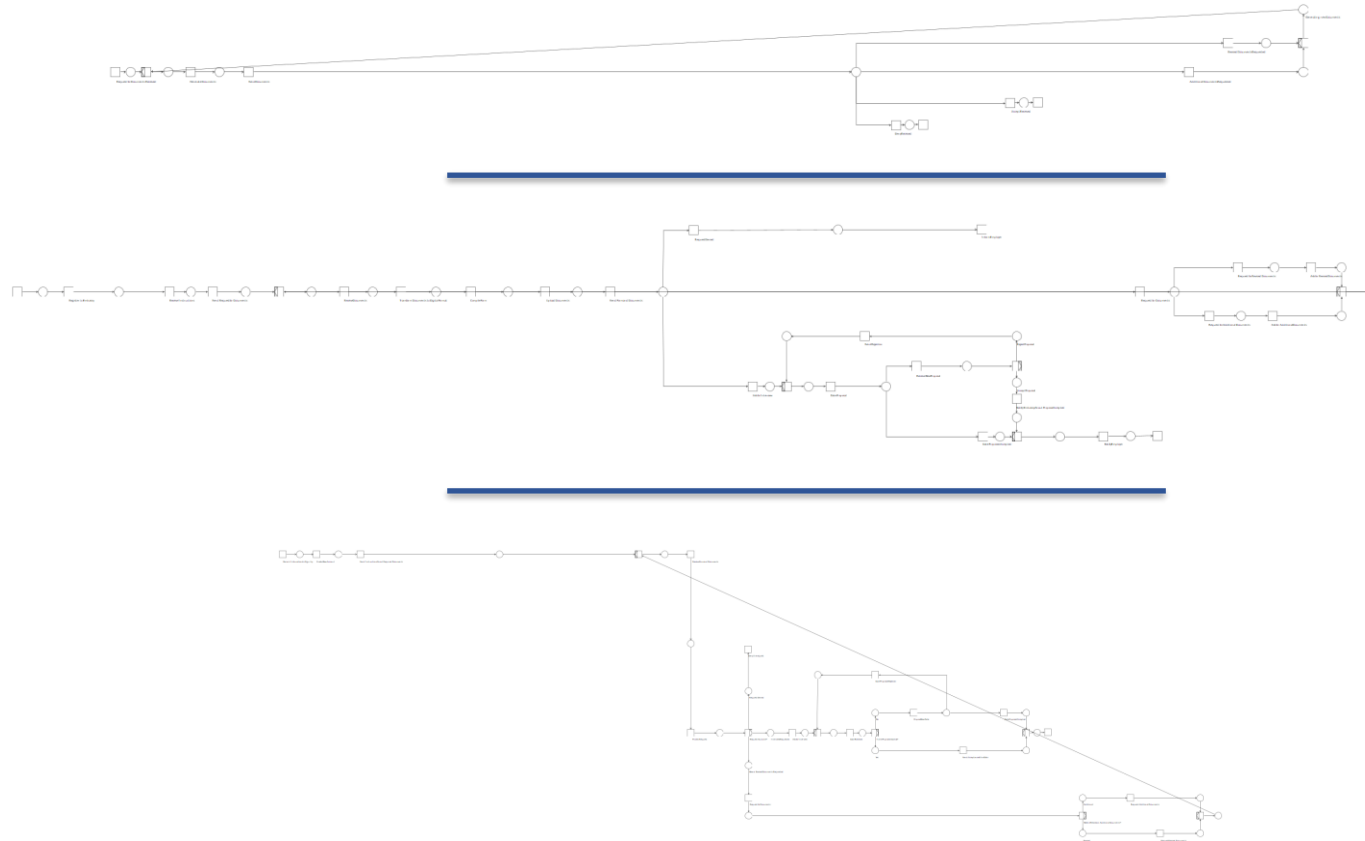


Sperimentazione sul progetto dell'esame di BPM



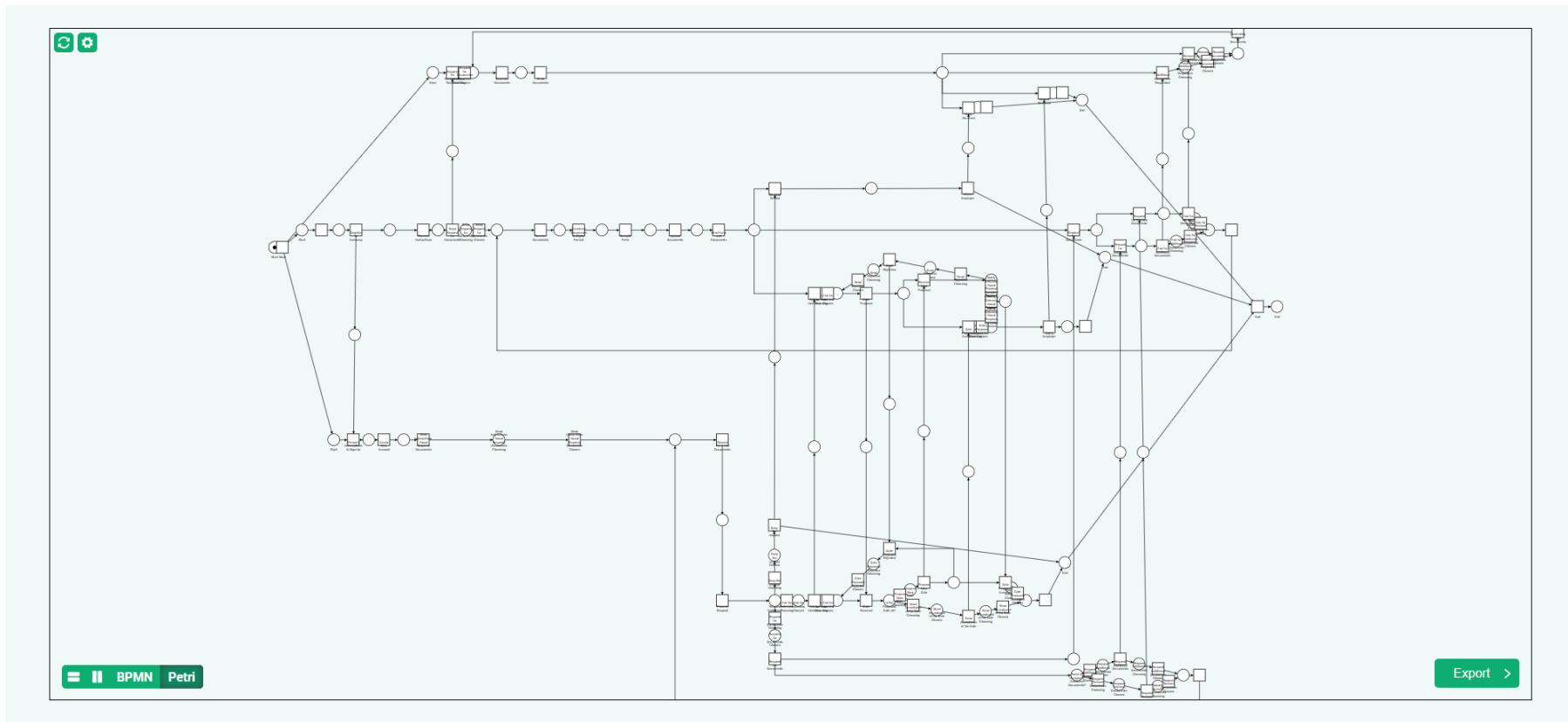
# Testing su Rete Complessa

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?

