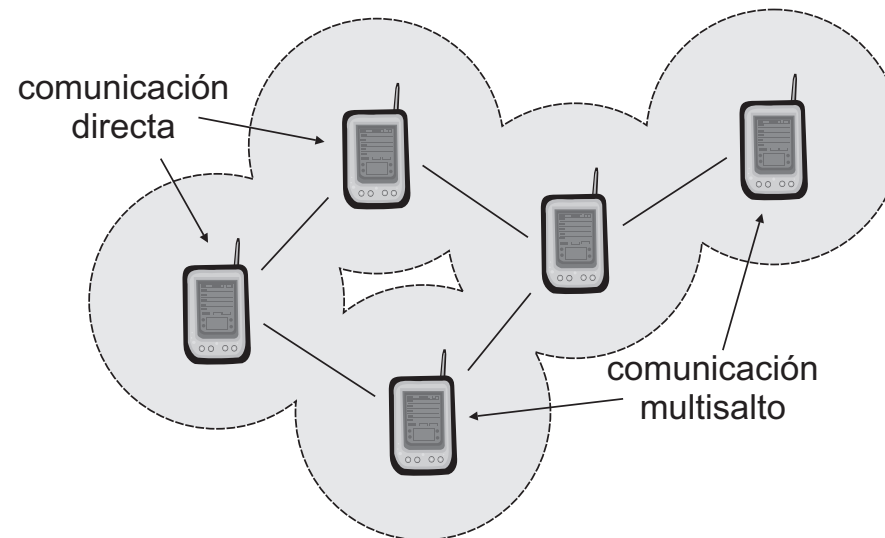


# Middleware para la provisión de servicios en redes *ad hoc* de dispositivos móviles

José J. Pazos Arias  
*jose@det.uvigo.es*



- Conjuntos de nodos que conforman y mantienen una red sin necesidad de infraestructura fija.
  - Los nodos actúan a la vez como terminales y conmutadores.



- Tareas complejas con dispositivos sencillos → computación orientada a servicios.
- Aplicación en investigación militar, situaciones de emergencia, redes de automoción, computación...

# El problema de la provisión de servicios

- Falta de estabilidad en la provisión de servicios.
  - Conectividad esporádica y cambiante.
  - Las aplicaciones fallan si no pueden acceder a los servicios que necesitan.
  - Avances en el descubrimiento, pero no en el uso sostenido de los servicios.

# El problema de la provisión de servicios

- Falta de estabilidad en la provisión de servicios.
  - Conectividad esporádica y cambiante.
  - Las aplicaciones fallan si no pueden acceder a los servicios que necesitan.
  - Avances en el descubrimiento, pero no en el uso sostenido de los servicios.
- Trabajos anteriores se han centrado en la conectividad.

# El problema de la provisión de servicios

- Falta de estabilidad en la provisión de servicios.
  - Conectividad esporádica y cambiante.
  - Las aplicaciones fallan si no pueden acceder a los servicios que necesitan.
  - Avances en el descubrimiento, pero no en el uso sostenido de los servicios.
- Trabajos anteriores se han centrado en la conectividad.
  - Movilidad controlada:** preservar requisitos de conectividad estáticos.
    - ✗ Restringido, y potencialmente perjudicial para el cometido global de las redes.

# El problema de la provisión de servicios

- Falta de estabilidad en la provisión de servicios.
  - Conectividad esporádica y cambiante.
  - Las aplicaciones fallan si no pueden acceder a los servicios que necesitan.
  - Avances en el descubrimiento, pero no en el uso sostenido de los servicios.
- Trabajos anteriores se han centrado en la conectividad.
  - **Movilidad controlada:** preservar requisitos de conectividad estáticos.
    - ✗ Restringido, y potencialmente perjudicial para el cometido global de las redes.
  - **Enfoques predictivos:** anticiparse a las desconexiones y avisar a las aplicaciones o los usuarios.
    - ✗ Limitado a cada par de nodos que se están comunicando.
    - ✗ Las predicciones sirven para anticipar problemas, no para identificar soluciones.

- Planificación proactiva de la provisión de servicios, mediante la diseminación y explotación de conocimiento.

- Planificación proactiva de la provisión de servicios, mediante la diseminación y explotación de conocimiento.
  - ① Intercambiar cualquier conocimiento disponible sobre el presente y el futuro de la red:
    - Planes de provisión de servicios.
    - Propiedades de elasticidad.
    - Trayectorias espacio-temporales previstas.
    - ...

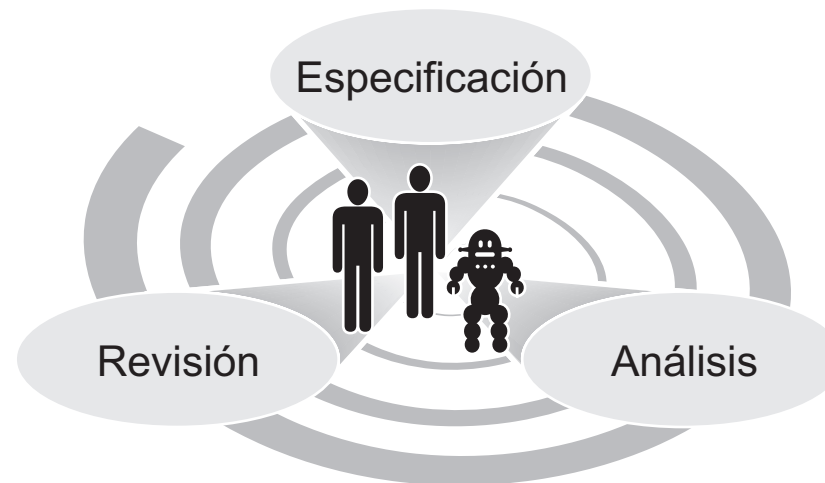
- Planificación proactiva de la provisión de servicios, mediante la diseminación y explotación de conocimiento.
  - ① Intercambiar cualquier conocimiento disponible sobre el presente y el futuro de la red:
    - Planes de provisión de servicios.
    - Propiedades de elasticidad.
    - Trayectorias espacio-temporales previstas.
    - ...
  - ② Comprobar si será posible satisfacer las necesidades de servicio.

- Planificación proactiva de la provisión de servicios, mediante la diseminación y explotación de conocimiento.
  - ① Intercambiar cualquier conocimiento disponible sobre el presente y el futuro de la red:
    - Planes de provisión de servicios.
    - Propiedades de elasticidad.
    - Trayectorias espacio-temporales previstas.
    - ...
  - ② Comprobar si será posible satisfacer las necesidades de servicio.
  - ③ En caso negativo, buscar soluciones:
    - Desplazarse a localizaciones específicas, migrar servicios, reconsiderar las necesidades de servicio...

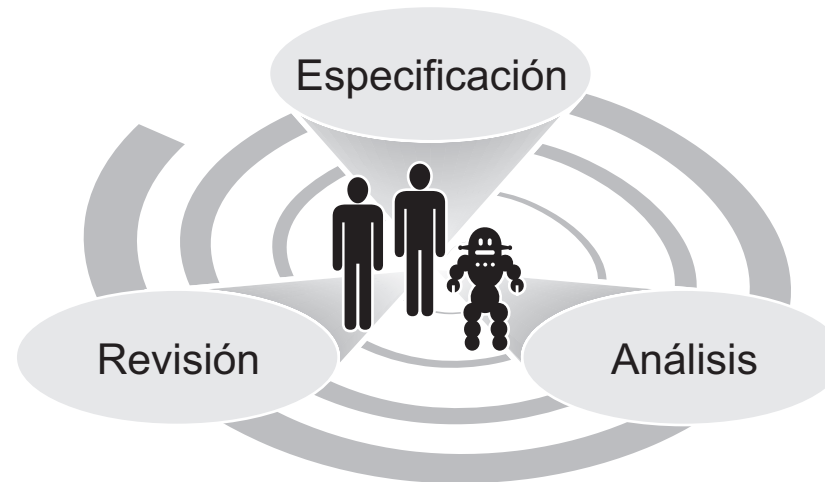
- Planificación proactiva de la provisión de servicios, mediante la diseminación y explotación de conocimiento.
  - ① Intercambiar cualquier conocimiento disponible sobre el presente y el futuro de la red:
    - Planes de provisión de servicios.
    - Propiedades de elasticidad.
    - Trayectorias espacio-temporales previstas.
    - ...
  - ② Comprobar si será posible satisfacer las necesidades de servicio.
  - ③ En caso negativo, buscar soluciones:
    - Desplazarse a localizaciones específicas, migrar servicios, reconsiderar las necesidades de servicio...
  
- **Ideal:** aplicaciones/usuarios se limitan a enunciar conocimiento y negocian soluciones.

- **Especificaciones formales** del estado presente y futuro de las redes.
- **Soporte metodológico** para la diseminación y explotación de conocimiento.

- **Especificaciones formales** del estado presente y futuro de las redes.
- **Soporte metodológico** para la diseminación y explotación de conocimiento.



- **Especificaciones formales** del estado presente y futuro de las redes.
- **Soporte metodológico** para la diseminación y explotación de conocimiento.

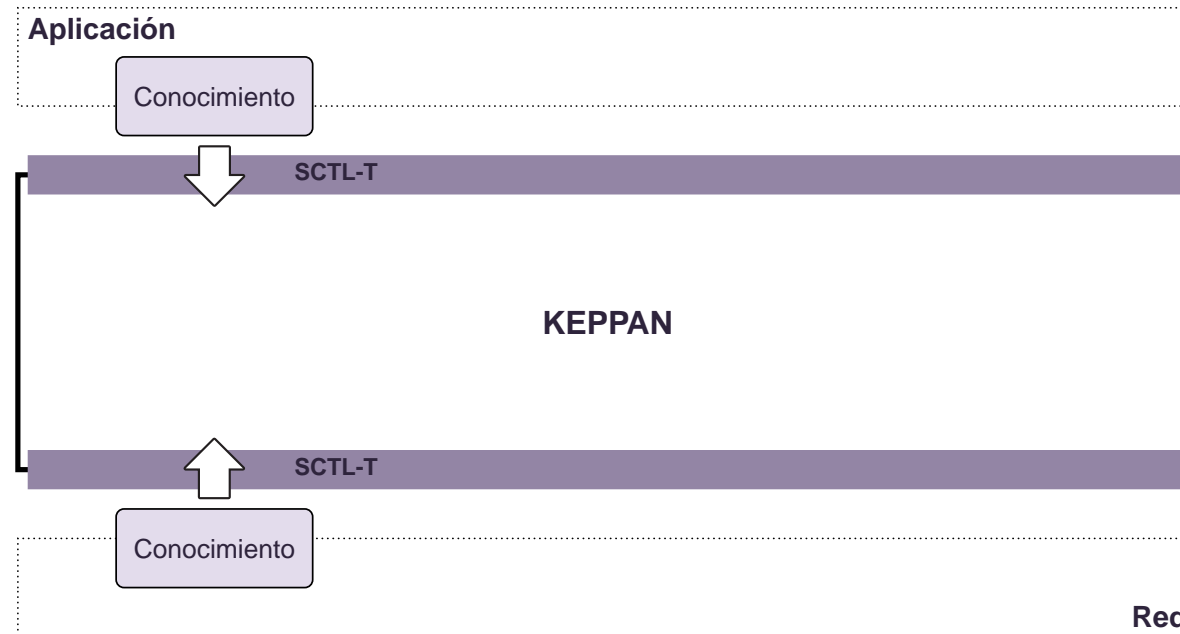


- ✓ Capacidad de gestionar un conocimiento parcial y cambiante.
  - Los nodos adquieren información de manera progresiva.
  - Un nodo puede no disponer de información completa sobre sí mismo.
  - Dinamismo de la red → información obsoleta.
- ✓ Formalismos accesibles en sentido de entrada y de salida.

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.

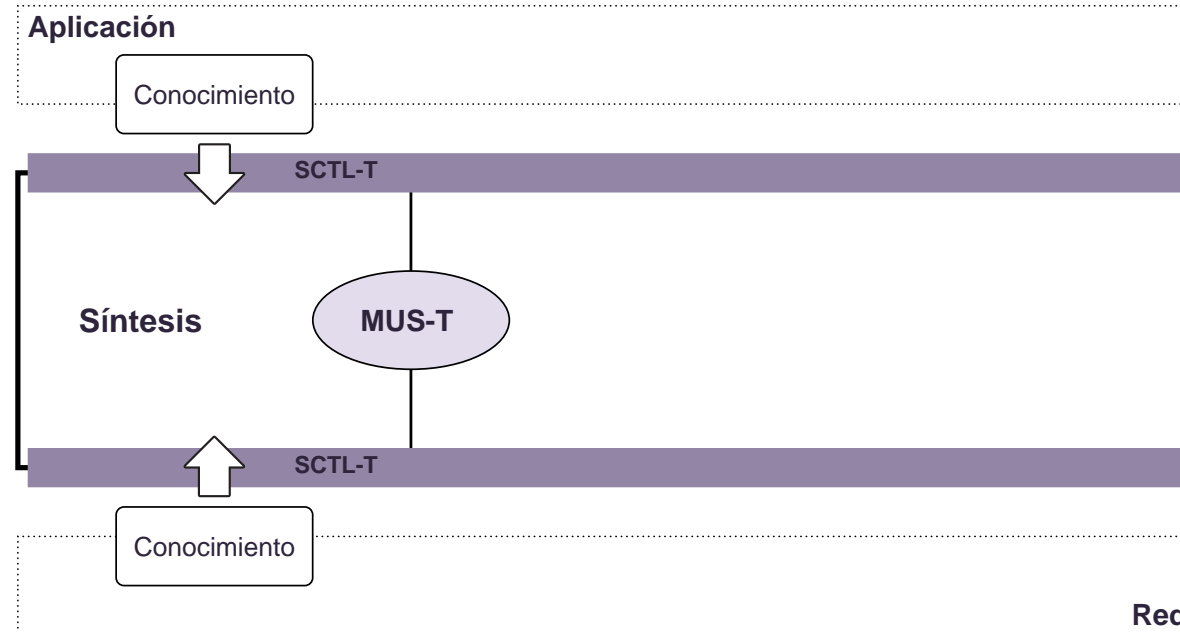


- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



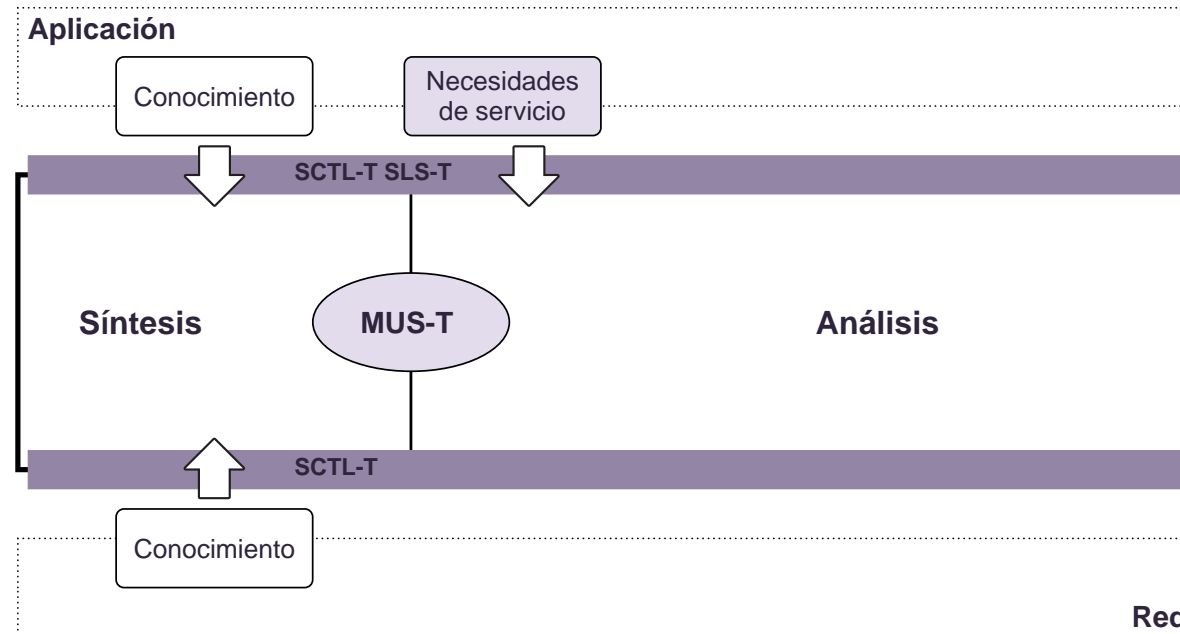
- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



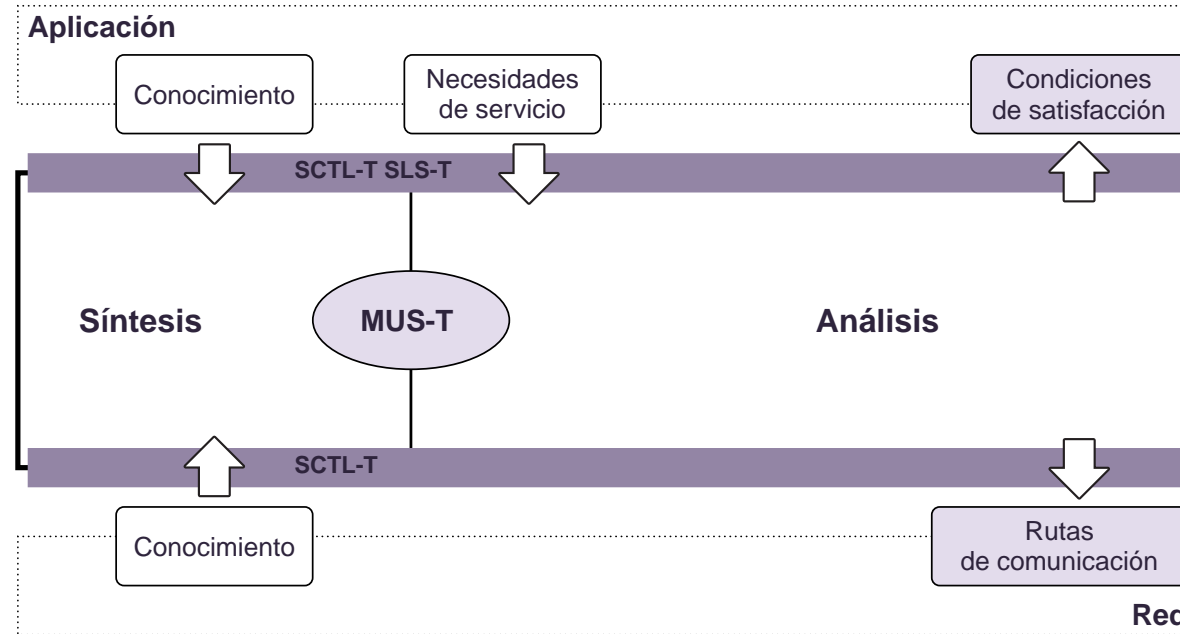
- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
- Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



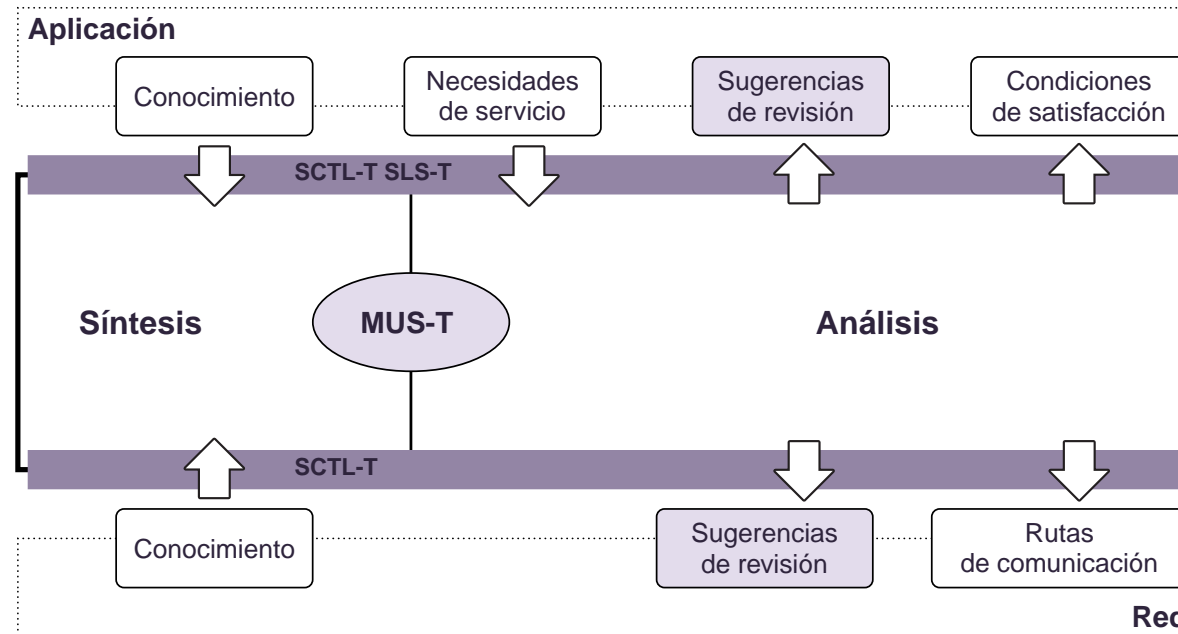
- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
- Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.
- Análisis de las necesidades de servicio, expresadas en lógica temporal o por medio de escenarios.

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



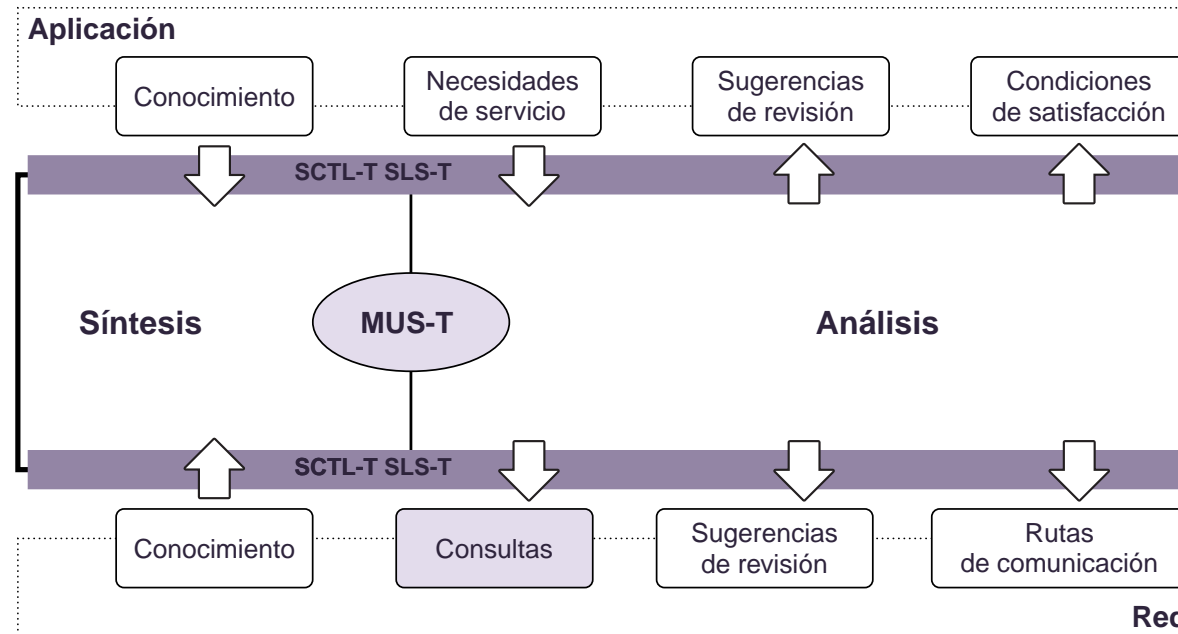
- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
  - Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.
  - Análisis de las necesidades de servicio, expresadas en lógica temporal o por medio de escenarios.
- Resultados positivos, negativos o inconcluyentes.

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
  - Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.
  - Análisis de las necesidades de servicio, expresadas en lógica temporal o por medio de escenarios.
- Resultados positivos, negativos o inconcluyentes.

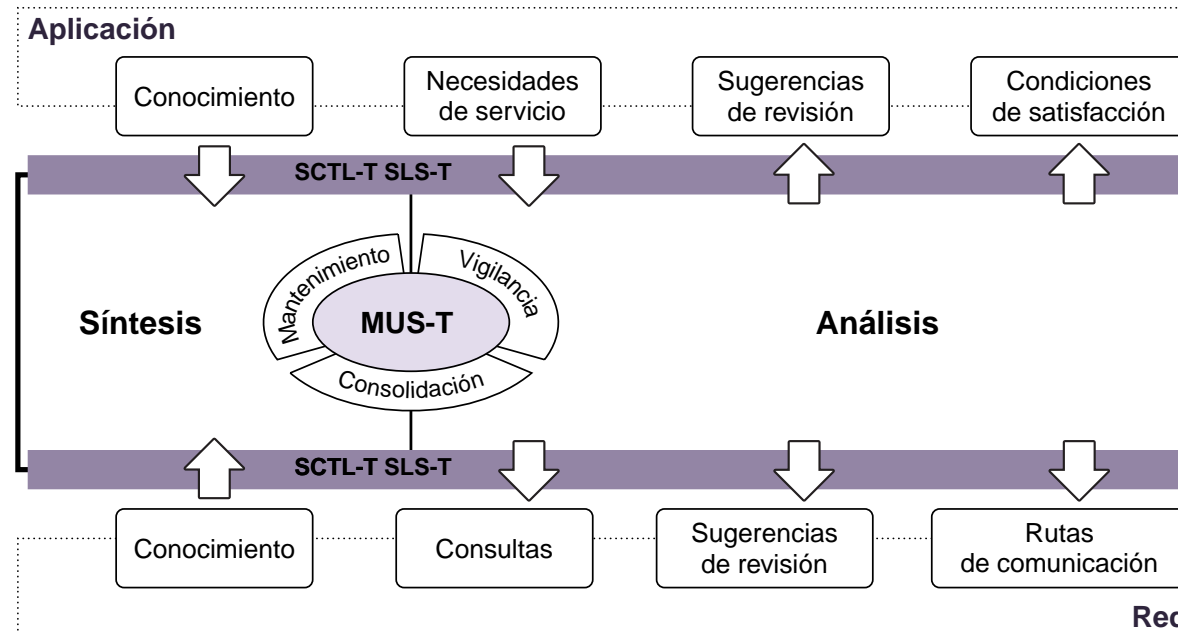
- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
  - Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.
  - Análisis de las necesidades de servicio, expresadas en lógica temporal o por medio de escenarios.
- Resultados positivos, negativos o inconcluyentes.

# El esquema KEPPAN

- Una capa de mediación entre los niveles de aplicación y red.



- Conocimiento sobre la red expresado en lógica temporal.
- Síntesis de modelos que capturan la disponibilidad prevista para los servicios.
- Análisis de las necesidades de servicio, expresadas en lógica temporal o por medio de escenarios.
- Resultados positivos, negativos o inconcluyentes.
- Submódulos dedicados a garantizar la viabilidad computacional.

- **Refinamientos y rectificaciones** por evoluciones en el conocimiento disponible sobre la red.
  - **Reutilización** de esfuerzos de síntesis.
  - Submódulo “*Mantenimiento*”:
    - ① **Modularización** automática frente a efectos de composición paralela.
      - Crecimiento exponencial → crecimiento lineal.
      - Mayor eficiencia en almacenamiento y análisis.
    - ② Eliminación de conocimiento del pasado.
      - **Abstracciones** periódicas de los modelos y el conocimiento que los origina.

- **Refinamientos y rectificaciones** por evoluciones en el conocimiento disponible sobre la red.
  - **Reutilización** de esfuerzos de síntesis.
  - Submódulo “*Mantenimiento*”:
    - ① **Modularización** automática frente a efectos de composición paralela.
      - Crecimiento exponencial → crecimiento lineal.
      - Mayor eficiencia en almacenamiento y análisis.
    - ② Eliminación de conocimiento del pasado.
      - **Abstracciones** periódicas de los modelos y el conocimiento que los origina.

- **Refinamientos y rectificaciones** por evoluciones en el conocimiento disponible sobre la red.
  - **Reutilización** de esfuerzos de síntesis.
  - Submódulo “*Mantenimiento*”:
    - ① **Modularización** automática frente a efectos de composición paralela.
      - Crecimiento exponencial → crecimiento lineal.
      - Mayor eficiencia en almacenamiento y análisis.
    - ② Eliminación de conocimiento del pasado.
      - **Abstracciones** periódicas de los modelos y el conocimiento que los origina.

- **Refinamientos y rectificaciones** por evoluciones en el conocimiento disponible sobre la red.
  - **Reutilización** de esfuerzos de síntesis.
  - Submódulo “*Mantenimiento*”:
    - ① **Modularización** automática frente a efectos de composición paralela.
      - Crecimiento exponencial → crecimiento lineal.
      - Mayor eficiencia en almacenamiento y análisis.
    - ② Eliminación de conocimiento del pasado.
      - **Abstracciones** periódicas de los modelos y el conocimiento que los origina.

- **Refinamientos y rectificaciones** por evoluciones en el conocimiento disponible sobre la red.
  - **Reutilización** de esfuerzos de síntesis.
  - Submódulo “*Mantenimiento*”:
    - ① **Modularización** automática frente a efectos de composición paralela.
      - Crecimiento exponencial → crecimiento lineal.
      - Mayor eficiencia en almacenamiento y análisis.
    - ② Eliminación de conocimiento del pasado.
      - **Abstracciones** periódicas de los modelos y el conocimiento que los origina.

- **Análisis positivos:** escenarios testigo.
  - Condiciones de satisfacción.
  - Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.
- **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.
  - De las propias necesidades de servicio.
  - De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.
- **Análisis inconcluyentes:** consultas.
  - Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.

## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.

## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.

## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

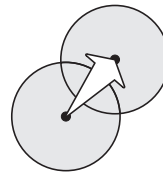
- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.



## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

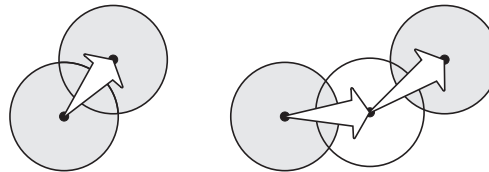
- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.



## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

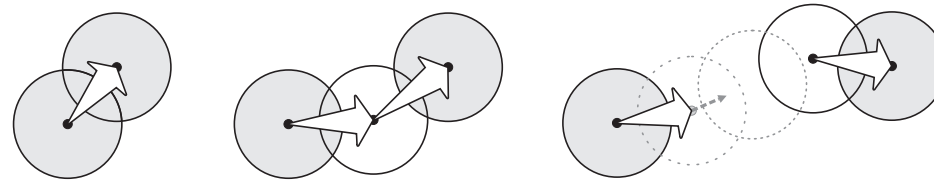
- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.



## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

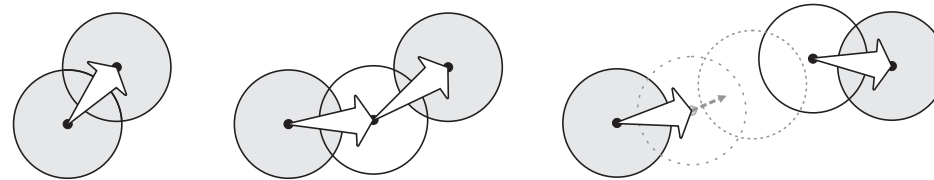
- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.



## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

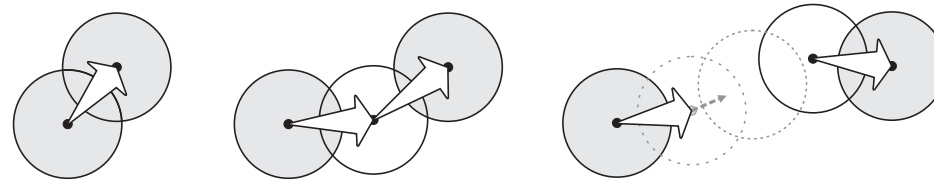
- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ **Análisis positivos:** escenarios testigo.

- Condiciones de satisfacción.
- Rutas de comunicación directas, multisalto o desconectadas.



## ■ **Análisis negativos:** escenarios de contraejemplo y sugerencias de revisión.

- De las propias necesidades de servicio.
- De las expresiones que capturan el conocimiento sobre la red.

## ■ **Análisis inconcluyentes:** consultas.

- Expresiones o escenarios que contextualizan las fuentes de incertidumbre.

## ■ Submódulo “*Vigilancia*”:

- Soporta la **reutilización** de esfuerzos de verificación.
- Supervisa la validez de los resultados de análisis previos frente a cambios en los modelos.
  
- Monitoriza la llegada de respuestas a las consultas.

## ■ Submódulo “*Consolidación*”:

- Anota conocimiento para tratar de preservarlo en futuras revisiones.
  - Necesidades de servicio que se pueden satisfacer.
  - Reconfiguraciones acordadas por los distintos nodos.
- Anota sugerencias rechazadas para no insistir en soluciones indeseadas.

## ■ Submódulo “*Vigilancia*”:

- Soporta la **reutilización** de esfuerzos de verificación.
- Supervisa la validez de los resultados de análisis previos frente a cambios en los modelos.
  
- Monitoriza la llegada de respuestas a las consultas.

## ■ Submódulo “*Consolidación*”:

- Anota conocimiento para tratar de preservarlo en futuras revisiones.
  - Necesidades de servicio que se pueden satisfacer.
  - Reconfiguraciones acordadas por los distintos nodos.
- Anota sugerencias rechazadas para no insistir en soluciones indeseadas.

## ■ Submódulo “*Vigilancia*”:

- Soporta la **reutilización** de esfuerzos de verificación.
- Supervisa la validez de los resultados de análisis previos frente a cambios en los modelos.
- Monitoriza la llegada de respuestas a las consultas.

## ■ Submódulo “*Consolidación*”:

- Anota conocimiento para tratar de preservarlo en futuras revisiones.
  - Necesidades de servicio que se pueden satisfacer.
  - Reconfiguraciones acordadas por los distintos nodos.
- Anota sugerencias rechazadas para no insistir en soluciones indeseadas.

- Esquema para razonar sobre provisión de servicios en MANETs.
  - Gestión de información parcial y cambiante.
  - Independiente de plataformas hardware o software, mecanismos de localización o sincronización, protocolos de encaminamiento...
- Múltiples nodos pueden colaborar para conformar la red que mejor satisface sus necesidades de servicio.

- Esquema para razonar sobre provisión de servicios en MANETs.
  - Gestión de información parcial y cambiante.
  - Independiente de plataformas hardware o software, mecanismos de localización o sincronización, protocolos de encaminamiento...
- Múltiples nodos pueden colaborar para conformar la red que mejor satisface sus necesidades de servicio.

Más información en <http://tdvi.det.uvigo.es>

