**Actividad de Aprendizaje 3.2: Requisitos y Reglas de Negocio del Sistema Analizado en la Práctica de la Asignatura**

**Objetivo:**

Identificar a través de fragmentos del repositorio de educción del enunciado de la práctica de la asignatura que han sido refinados previamente como parte de la transición entre las fases de extracción/obtención de requisitos, información que permitiría derivar requisitos y reglas de negocio.

Nomenclatura a usar:

* Para los requisitos de negocio:
  + Problemas
  + Objetivos de negocio
  + Métricas de éxito
  + Riesgos
  + Mitigación de riesgos Mitigación de riesgos
  + Suposiciones
  + Dependencias
* Para las reglas de negocio
  + **Hechos**
  + Restricciones
  + Inferencias
  + Habilitadores de acción
  + Computaciones
  + Términos

**Conformación grupos:** Equipos de prácticas.

**Duración:** 120 minutos.

**Descripción del sistema:** enunciado de la práctica de la asignatura.

**Descripción de la actividad:**

**PARTE I**

**Fragmento de entrevista con los Organismos de Gobierno de las áreas de Medio Ambiente y Movilidad, Desarrollo Urbano y Obras y Equipamientos.**

Una de las razones importantes para la realización de este proyecto es que el sistema actual de recogida de residuos en Madrid es costoso, ineficiente y tiene mala imagen entre la ciudadanía. Adicionalmente, la flota es bastante antigua. Esto y que no hay mecanismos eficientes para optimizar las rutas de recogida de residuos en base a la dinámica de llenado de los contenedores, hace que la recolección requiera más horarios y más recorridos para recolectar el conjunto de contenedores de la ciudad de Madrid. Lo anterior afecta directamente a la contaminación de la calidad del aire. En este contexto, la realización del proyecto pretende mejorar el servicio de "Recogida de Contenedores Fijos en Calle" de tal manera que reduzca gastos globales del servicio "Recogida de Contenedores Fijos en Calle" en un 40%. Respecto al coste generado por el mantenimiento de la flota de vehículos de recolección de los residuos y su consumo de combustible se espera reducir un 35% dichos costes.

Para poder optimizar el servicio de recogida de los contenedores que superen el umbral de llenado de los contenedores, el sistema deberá generar rutas óptimas de recogida de dichos contenedores como mínimo 1 hora antes de que la flota de vehículos deba realizar la recolección. Con la generación de las rutas óptimas se espera reducir en un 30% el kilometraje total realizado ahora por la flota de vehículos durante la recolección de todos los distritos de Madrid. En relación a este aspecto, esto permitirá optimizar las labores del personal que se dedica a la recolección de los contenedores, ya que se podrán realizar turnos más ajustados a la realidad y se podrán optimizar la planificación de esta actividad reduciendo los errores en la planificación actual en un 25%.

En cuanto al problema de la mala imagen del servicio, se pretende que con la implantación del sistema mejore la percepción de la ciudadanía con respecto al servicio. En concreto se espera mejorar la aceptación social reduciendo el número de protestas y denuncias registradas en un 75%. Asimismo, se espera mejorar la imagen del servicio alcanzando una cuota de satisfacción vecinal del 80% en un año para todos los distritos de Madrid.

Con todo ello, también se pretende que se mejore la imagen de la ciudad y reduzca la contaminación, contribuyendo a que Madrid se convierta en una Smart City puntera en Europa en la recolección eficiente de los residuos. En concreto se pretende reducir las denuncias por incumplimiento de normativa sanitaria en un 80%.

**Fragmento de entrevista con stakeholders del área de negocio.**

Para llevar a cabo el proyecto Residuo Inteligente será necesaria la colaboración de personas de áreas tan distintas como son el área TIC, las ciencias medioambientales, las ciencias políticas, la administración pública y la administración de procesos y sistemas. Esto supone un riesgo para la marcha del proyecto ya que será necesaria la coordinación de todos estos niveles de conocimiento así como también de diversos departamentos de las diferentes áreas de gobierno del Ayuntamiento. Cualquier ausencia o retraso en la responsabilidad de quien corresponda supondría un impacto muy elevado (planificación, alargando los tiempos del proyecto, sobrecostes, etc.). Como medida atenuante de este riesgo se propone que se tenga en cuenta a todos los implicados durante todo el proceso de desarrollo del sistema a construir. Serán necesarias reuniones programadas en cortos periodos de tiempo.

El área municipal de Gestión de Residuo tendrá que adaptar su trabajo de una metodología bien enraizada en más de 20 años a una nueva metodología que entre otras cosas tomará decisiones automáticamente. La baja capacidad de resiliencia del personal municipal, usuarios finales de la aplicación, podría conducir al fracaso del proyecto en la última fase de implantación. Cómo medida atenuante se propone la realización de actividades formativas a distintos niveles y con tiempo suficiente para permitir la adaptación progresiva del personal implicado.

La solución necesitará del uso de sistemas externos como son los sensores. También tendrá que estar relacionada con algunos sistemas existentes en el Ayuntamiento, entre ellos el sistema de información geográfica que tiene el Ayuntamiento dentro del área de Movilidad y Medio ambiente. Esto puede llevar a situaciones de cautividad tecnológica cuyo impacto podría ser muy elevado dependiendo de los sensores que el Ayuntamiento proponga utilizar. Se deberían adoptar medidas preventivas como el negociado de un contrato libre de grandes fluctuaciones económicas y de obsolescencia programadas de los sistemas.

Una de las cuestiones que preocupa es que en mitad del proyecto éste se quede con poco o nada de presupuesto por razones ajenas o externas al control del mismo. Las políticas económicas de inversión del ayuntamiento pueden sufrir cambios importantes durante el desarrollo del proyecto. Esto podría conducir al fracaso al mismo. Se propone adoptar un acuerdo inicial de financiación con la correspondiente retención de crédito necesaria.

Los sensores y la transmisión de sus mediciones debe funcionar 24/7. Técnicamente preocupa que los contenedores tengan que estar 24//7 funcionando. Los sensores estarán expuestos a diferentes condiciones climatológicas aun estando integrados dentro de los contendores. El que un sensor esté estropeado o tenga mal funcionamiento implica que la información de ese contenedor va a ser errónea o nula. De forma similar sucede con las comunicaciones. La infraestructura de comunicaciones debe soportar la transmisión de datos continua y deben existir sistemas de respaldo en caso de un funcionamiento. Será necesario contar con un plan de reposición de componentes (sensores) adecuado y rápido y tener un plan B de soporte de las comunicaciones cuando éstas fallen.

Existe un riesgo de que un nuevo gobierno no quiera continuar con el proyecto o lo que es peor que quiera la externalización/privatización del servicio de gestión de residuos. Esto se puede producir si hay cambio político en la gestión del Ayuntamiento. Adicionalmente, la reorganización eficiente de la planificación puede producir rechazo en los sindicatos. En este sentido puede haber movimientos sindicales contrarios a nuevos procedimientos que puedan afectar al número de recursos humanos necesarios en el servicio. Hay que generar un plan de reubicación de personal a otros servicios allegados en caso de que la optimización de la planificación genere un ajuste en el número de funcionarios necesarios para prestar el servicio.

Las comunicaciones entre los sensores y los servidores municipales se llevarán a cabo por redes municipales cuyo mantenimiento será llevado a cabo sin cambios que afecten a la solución Residuo Inteligente.

Los sistemas de información geográfica utilizan un software externo que hay que adquirir y cuyo mantenimiento homogéneo en costes y en el tiempo debe ser asegurado.

La infraestructura tecnológica municipal con servidores, sistema de backup, permisos, seguridad, etc., continuará su funcionamiento de forma sostenible, portable e interoperable.

El ayuntamiento cuenta con un centro de servidores capaz, actualizado y permanente donde se instalará la solución.

**Todos los implicados municipales de las distintas áreas seguirán con resiliencia y talante cooperativo instrucciones y órdenes del equipo encargado de la puesta en marcha de la solución.**

Todos los componentes adquiridos para la implantación de la solución aceptarán estándares de comunicación e interoperabilidad.

El mercado de la sensorización y de los sistemas de información geográfica tendrá una continuidad en los próximos tiempos. En cuanto a las comunicaciones, el ayuntamiento no cuenta con red de fibra óptica aplicable a las soluciones de sensorización. Es necesario proponer soluciones de comunicación inalámbrica punto a punto con nodos distribuidos cada 200 metros.

**PARTE II**

**Refinamiento del repositorio de educción desde técnicas aplicadas a diferentes stakeholders de diferentes anillos del mapa de stakeholders**

El Ayuntamiento dispondrá de una flota de camiones eco-friendly dedicada en exclusiva al servicio que será de 15 camiones. El kilometraje de cada camión diariamente no excederá los 60 km. **Las cuadrillas del servicio que operan en cada camión de la flota que realiza el servicio en un turno determinado están compuestas por el conductor y 2 operarios.** **Cualquiera de los tres miembros puede ser el responsable de la cuadrilla.** Los horarios legales para la recogida de basuras son de 6:00 a 09:00 y de 19:00 a 00:00. **El servicio de recogida de residuos cuenta con una cuadrilla de guardia 24 horas al día.** El número máximo de tiempo de trabajo de una cuadrilla en una ruta es de 6 horas. Cada miembro de la cuadrilla participará como mucho en 4 órdenes de trabajo semanales. Las horas de trabajo semanales de las cuadrillas deben ser las mismas que las definidas actualmente. Si se tiene que modificar, esta modificación debería ser solo del 15% y se consideraría esta re-programación en la siguiente semana para equilibrar. Nunca se superará dicha diferencia.

La cuadrilla conocerá la ruta a realizar durante su turno con por lo menos una hora de antelación. Las rutas comienzan con un registro inicial de kilometraje y gasolina y terminan en los surtidores municipales de las cocheras para el registro final de kilometraje y gasolina y la recarga antes de ser aparcado. **Cada ruta de recogida deberá tener la siguiente información asociada: fecha, horario de salida, horario de finalización, duración, datos de la cuadrilla, datos de camión, código identificador para la entrada en la planta de tratamiento de residuos, kilometraje inicial, combustible inicial, kilometraje final, combustible final, observaciones.**

A parte de las cuadrillas, **los trabajadores de las áreas municipales de infraestructura, medio ambiente, presidencia, comunicación, movilidad tendrán capacidad tecnológica de acceso al sistema con permisos a diferentes funcionalidades dependiendo de su perfil de trabajo.**

El componente GIS del sistema tendrá que desarrollarse sobre el SIG Municipal que está implantado sobre la Plataforma ArcGIS de ESRI. Tendrá que adaptarse a la solución ya desarrollada por el área GIS para otras soluciones de sensorización cómo ruido, calidad del agua, etc. Será necesario trabajar bajo la supervisión del responsable municipal del GIS en el diseño, desarrollo, implantación y mantenimiento de la solución.

**La información de llenado de los contenedores se almacenará en servidores on premise, sin utilizar servicios en la nube dado el carácter sensible de los mismos ante posibles actos vandálicos.**

Por regulaciones legales, el sistema informático debe garantizar el servicio y en caso de caída garantizar la recuperación en un máximo de 15 minutos. Por políticas de privacidad las rutas generadas sólo podrán ser accedidas por la alta dirección del órgano de gobierno de Movilidad y Medio Ambiente del Ayuntamiento, el jefe de cuadrilla correspondiente, el jefe del servicio así como por los jefes de las áreas municipales de desarrollo urbano y obras y equipamientos y las cuadrillas que realizan los trayectos. Por regulaciones gubernamentales de seguridad el sistema debe seguir protocolos de seguridad para garantizar las comunicaciones seguras de los valores registrados por los sensores. Las comunicaciones de información deben ser cifradas.

Cuando un contenedor alcanza un 40% de su volumen se considera lleno como para ser retirado y se incluye automáticamente en la generación de rutas. La capacidad de carga de un camión municipal es = (15 x capacidad contenedor) / (índice desgaste). Si un contenedor no ha sido retirado en 7 días automáticamente será incluido en la generación de rutas. Cuando el contenido de un camión de recogida supere el 80% de su capacidad o el 70% del peso permitido acudirá directamente a la planta de reciclaje a vaciar y finalizará la ruta informando inmediatamente de la incidencia a la central del servicio.

Cualquier incidencia en una ruta será reportada de forma inmediata mediante una notificación a los jefes de cuadrillas. En este caso, el sistema generará una ruta extra nueva para completar las recogidas programadas en menos de 12 horas. Cuando una ruta pasa a menos de 200 metros de un contenedor fijo debe incluir a éste siempre y cuando éste esté en estado “lleno”. Si una cuadrilla supera en el 15% el tiempo o kilometraje previstos en la ruta el desfase se registrará en el sistema para la corrección y el aprendizaje del sistema.

Se deben calcular rutas óptimas que permitan recoger todos los contenedores que han superado el umbral de llenado por cada una de las zonas o distritos de Madrid. Esta ruta óptima debe generarse en función de realizar el mínimo recorrido posible alcanzando todos los contenedores que superen el umbral de llenado. **Éstas se generan de forma automática basándose en la información de los sensores y otras variables como el tiempo sin ser recogido de un contenedor.**

**El sistema debe visualizar datos resumen de las rutas: kms, horarios, consumo.** Se debe permitir dar de alta, baja y modificar en el sistema a los trabajadores municipales con sus perfiles asociados y la información de los mismos (horarios, vacaciones, etc.) así como a las cuadrillas de trabajo. Es necesario que se identifiquen los distritos que sean puntos calientes y las horas punta en las cuales se suele llegar al umbral de llenado de los contendores y el número de los contenedores que alcanzan ese llenado. Estos puntos calientes deben tenerse en cuenta a la hora de generar las rutas. Es necesaria el alta, baja y modificación de los contenedores fijos en calle con sus tipologías, geolocalización e información extra de los mismos. Un contenedor pasa a estado de “prioridad de recogida” si supera el umbral de llenado.

Cualquier modificación de rutas debido a la identificación de puntos calientes debe ser notificada al jefe de cuadrillas.

La distribución de contenedores en todo Madrid debe ser visualizada a través de los mapas en el SIG en tiempo real. Los mapas deben permitir visualizar los contenedores por distritos. Se debe identificar el estado de llenado de cada contenedor de forma visual, de tal manera que tanto los jefes de cuadrilla como el jefe del servicio de recogida de residuos, el responsable del área de movilidad y las cuadrillas. Si una zona pasa a ser punto caliente se debe generar una alerta al jefe de las cuadrillas y el jefe del servicio de recogida de residuos. Asimismo, la zona o distrito que se identifique como zona caliente debería mostrarse resaltada (visualmente) dentro del mapa.

Las rutas deben visualizarse a través de los mapas tanto por día como por histórico (días pasados). **Cada ruta contiene contenedores fijos en calle de una o más zonas o distritos de Madrid.** Si un punto de recogida que está integrado dentro de una ruta no puede completarse, el sistema debe generar alertas de notificación al jefe de cuadrillas y al jefe de servicio. Asimismo, si esto ocurre, se debe generar además una ruta extra de servicio inmediato para la cuadrilla de guardia.

**El sistema también podría hacer una simulación de las rutas de los siguientes días según la información actual de los sensores de llenado, para poder estudiar el impacto en la movilidad en el municipio.**

El sistema debe generar las órdenes de trabajo para las distintas cuadrillas los domingos. **El sistema debería generar y visualizar el cuadro de mando resúmenes con la información de llenado de contenedores agregada por distintas variables de localización, temporal (sobre la recogida semanal y mensualmente), etc.** Adicionalmente, se deben generar informes de las rutas de recogida con distinta periodicidad y con distintos indicadores de tiempo, kilometraje y carga. La información de las rutas de recogida debería estar a disposición de la ciudadanía a través de una aplicación de mapa incrustada en la sede electrónica y en tiempo real.

El sistema debería generar informes históricos sobre el gasto en combustible gracias a la reducción de los kms recorridos. Es necesario que tanto el jefe de mantenimiento de infraestructura móvil del ayuntamiento como el jefe de servicio de la recogida de residuos conozcan la distribución del uso en tiempo y kilómetros de los camiones. Si el gasto de combustible superara el límite indicado por el responsable del área de movilidad y medio ambiente, se debe notificar a éste del parámetro de sesgo encontrado. Se deberá hacer una previsión del combustible calculando el gasto histórico medio de las rutas de una zona o distrito más un valor extra del 25% total medio de las rutas.

El jefe de las cuadrillas y el jefe del servicio de recogida de residuos deberían conocer las distribuciones de trabajo en forma de informes, resúmenes, tablas, diagramas y modelos de distintos tipos**. Las capas de información de los sensores de llenado de contenedores deben integrarse y estar disponibles (y de forma homogénea) en la Plataforma GIS Municipal.** Si el jefe de las cuadrillas y el jefe del servicio de recogida de residuos requieren llevar a cabo análisis más profundos sobre el comportamiento del sistema, éste debería permitirles realizar explotación de la información almacenada a partir del cruce con otras capas de información (dentro del SIG) como pueden ser las de información de industrias, las de información poblacional, colegios, alumbrado, callejero fiscal, etc. El órgano de decisión del Ayuntamiento y/o del área de tratamiento de residuos debe tener acceso a un cuadro de mando donde vea información de la gestión de rutas agrupada por distintos parámetros espaciales y temporales, indicadores de gestión cómo incidencias, consumo y kilometraje, estimación de ahorro, etc.

Los conductores de camión de recogida deben poder cargar en el navegador del camión la ruta de la orden de trabajo como mínimo una hora antes de iniciar la ruta. Si hay un problema técnico con la generación de la ruta para un día concreto se utilizará por defecto la última realizada para dicha zona o distrito. **El sistema debe generar informes de las rutas de recogida con distinta periodicidad y con distintos indicadores de tiempo, kilometraje y carga.**

Identificación de siglas o conceptos:

Cuadrilla (Gestión de Residuos): grupo de 3 trabajadores que realizan trabajos de mantenimiento propios de los servicios del área de Gestión de Residuos

Contenedores Fijos en Calle: puntos limpios municipales de pequeño tamaño ubicados en zonas cercanas a los ciudadanos dónde arrojar residuos de tipos concretos (vidrio, cartón, plásticos, etc.)

Smart City o Ciudad Inteligente: nuevo concepto de núcleo urbano que apoyado en el uso de las nuevas tecnologías y comunicaciones asegura el desarrollo sostenible y resulta más eficiente en aspectos tan importantes como la calidad de vida, la gestión de recursos, el cuidado del medio ambiente, etc.

ODS: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros de Naciones Unidas en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030

ArGIS: conjunto de productos de software líderes mundiales en el campo de los Sistemas de Información Geográfica, desarrollado por Esri.

ESRI: empresa líder en el sector de los Sistemas de Información Geográfica vinculada con los procesos de estandarización de este sector.

Interoperabilidad: capacidad de un sistema para funcionar e interactuar de forma apropiada con otros.

SIG. Sistemas de Información Geográfica: sistema capaz de recoger, almacenar, administrar, analizar y distribuir información geográfica, datos con una componente espacial que los localiza en el espacio.

Servidores on premise: servidores instalados físicamente en la propia empresa.

Servicios en la nube: servicios de computación ofrecidos a través de Internet.

Punto caliente: zona o distrito de Madrid cuya producción de residuos es alta.