

Práctica de la Asignatura Ingeniería de Requisitos y Modelado

Contenido

1. Objetivo de la práctica:	1
2. Metodología	1
3. Composición del Grupo	1
4. Descripción del enunciado de la práctica	2
5. Alcance del Proyecto	7
6. Planificación de entregables	7
7. Bibliografía:	9

1. Objetivo de la práctica:

El objetivo de esta práctica es aplicar los conocimientos que se van adquiriendo en la asignatura en un escenario de uso cercano a la realidad. La dimensión de este escenario de uso debe ser la suficiente para que, siguiendo una metodología de trabajo en equipo, el/la estudiante pueda identificar y aplicar los conocimientos relacionados con cada una de las actividades del proceso de Ingeniería de Requisitos. De esta forma, el/la estudiante tendrá la oportunidad de proponer soluciones y generar entregables que se ajusten a los resultados y competencias de aprendizaje definidos en la asignatura.

2. Metodología:

La metodología de desarrollo de esta práctica será la de trabajo por equipos y consta de tres hitos. Cada uno de estos hitos está relacionado con un entregable tal y como se define la sección 6 *Planificación de entregables*.

3. Composición del Grupo:

La práctica debe hacerse en grupo. Cada grupo estará conformado por un mínimo de 3 y un máximo 5 alumnos. Se recomienda preferiblemente que el grupo tenga 5 integrantes.

El grupo una vez conformado, debe nombrar a un líder o representante, quién actuará como el analista de negocio principal (Business Analyst) del Proyecto. Este/a estudiante/a actuará como representante de comunicación entre el profesorado de la asignatura y el equipo de desarrollo (grupo).

Adicionalmente, habrá 3 miembros del equipo que actuarán como líderes de trabajo y responsables de los hitos del proyecto. Cuando se haga entrega del hito

correspondiente, el documento debe indicar cuál de los tres miembros del equipo es el líder de dicho hito.

El quinto integrante del equipo será el responsable de la Gestión de Requisitos y de las buenas prácticas que deben llevarse a cabo dentro de esta fase. Debe declararse en los entregables el rol de cada miembro.

Con esto se pretende que cada miembro del equipo pueda trabajar de forma individual la competencia de liderazgo de equipos.

Nota 1: Una vez los grupos estén conformados y hayan entregado la documentación correspondiente al Hito 1, no se permitirán cambios de grupo.

4. Descripción del enunciado de la práctica:

El Ayuntamiento de Madrid siguiendo las directrices del **Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático** (ver documento: “[Anexo 1]”), y dentro de las medidas sectoriales relativas al Transporte, Tráfico y Movilidad pretende impulsar una serie de actuaciones con repercusiones concretas en los ámbitos de actuación de “Modernización hacia una Ciudad Inteligente” y “Modernización del parque móvil y la ordenación de sectores clave con alto impacto en los patrones de movilidad en la calidad del aire”.

El Ayuntamiento de Madrid, dentro de las competencias que le permiten implantar el “Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático”, ha designado partidas presupuestarias para proyectos en el área de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) alineados con los objetivos mencionados en este Plan. Estos proyectos también están enmarcados dentro del Plan Local de Modernización de Madrid como ciudad Inteligente y de Futuro.

La partida presupuestaria para la definición, desarrollo e implantación de la implantación de la experiencia piloto de este proyecto en toda la ciudad de Madrid es de 130 millones de euros. Para desarrollar este proyecto, se ha sacado a concurso la adjudicación del desarrollo. En el contexto de esta práctica, la idea es que cada grupo de prácticas simule trabajar para la constructora software que ha ganado esta licitación. La licitación implica que, la constructora software trabajará mano a mano con el personal del Ayuntamiento de Madrid responsable de esta iniciativa (pertenecientes al Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad). En particular, este proyecto está relacionado con la aplicación de las TIC a la gestión y recogida inteligente de residuos urbanos.

Contexto del proyecto:

La optimización del servicio de recogida de desechos urbanos y, en general, la consecución de una gestión más eficiente de los residuos, es uno de los principales retos a los que se enfrentan las grandes ciudades, especialmente, debido al crecimiento de la población y la gentrificación. Dentro del contexto de modernización de las ciudades y su impulso hacia el concepto de Ciudades Inteligentes, la gestión de residuos inteligente es uno de los factores determinantes y claves para los Gobiernos de estas grandes metrópolis.

La gestión de residuos urbanos se compone de distintas etapas, **desde la recolección y el transporte** hasta su tratamiento. La etapa relacionada con la recolección es uno de los puntos críticos para lograr dicha gestión eficiente de residuos urbanos por dos motivos: sus costes y su componente logístico. Adicionalmente, esta etapa tiene una alta repercusión en aspectos medioambientales tan relevantes como la calidad del aire. Cuando el servicio de recogida de residuos urbanos realizados por la flota de vehículos destinados para tal fin, no lleva a cabo la tarea de forma óptima y eficiente, el proceso de recogida de residuos está contribuyendo a la contaminación ambiental y la emisión de partículas nocivas que quedan suspendidas en el aire que se respira. Aunque cada día, los Gobiernos invierten partidas presupuestarias para renovar la flota de vehículos destinados a tal fin, cada día se toma más conciencia de que esta etapa requiere además, de actuaciones concretas y adecuadas para garantizar cualquier plan de gestión de la calidad del aire y el cambio climático.

Principalmente, la gestión eficiente de la etapa de recolección y transporte de residuos urbanos permitiría reducir costes, puesto que, aunque no lo parezca, ésta resulta ser especialmente costosa y muchas veces es la causante del consumo de gran parte del presupuesto asignado. Esto se debe entre otras cosas, a que esta etapa implica la participación de un número considerable de trabajadores y vehículos. Adicionalmente, el coste también está asociado a una falta de planificación estructurada e inteligente de la recogida de residuos, lo que incluye la planificación de horarios, trabajadores y flotas y la asignación de todos estos recursos y personas a las distintas zonas de los diferentes distritos de una ciudad. En este sentido, ya que esta etapa requiere de un alto componente logístico, es ella una parte importante del sistema que permite un amplio margen de mejora a través de soluciones que se puedan aportar desde el área TIC.

Volviendo al concepto de ciudad “Inteligente”, resulta llamativo comprobar cómo la planificación urbana sigue sin conceptuar inicialmente la gestión futura de los residuos urbanos como una infraestructura más. Es decir, resulta paradójico, ver cómo todavía los sistemas de recogida y transporte de residuos mediante procedimientos inteligentes, suponen solamente el 1% a nivel mundial [1] con respecto a los sistemas de recogida tradicionales que llevan varias décadas operando.

Por lo tanto, una correcta aplicación de los planes de modernización hacia el desarrollo de una Smart City aborda la gestión de residuos de forma integral puesto que la recolección de los mismos es fundamental para mejorar el servicio al ciudadano, para lograr mejoras en el plano medioambiental y para conseguir una mejor gestión de las partidas económicas dentro de la administración de los gobiernos municipales.

El tráfico, la contaminación acústica y la contaminación del aire, derivados de la recogida de residuos depositados en contenedores fijos en calle, son también importantes problemas para la gestión municipal. Estos problemas se ven reflejados los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030), también conocidos por sus siglas ODS. En este contexto, se destacan un conjunto de objetivos con los cuales se pretende alinear el desarrollo de proyectos como la gestión inteligente de residuos, en particular, la gestión de la recolección y transporte de los residuos urbano:

- ODS-3: “Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”.

- ODS-7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”.
- ODS-8: “Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible”.
- ODS-9: “Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación”.
- ODS-11: “Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles”.
- ODS-13: “ Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”.

Por otro lado, respecto de las otras etapas del proceso de residuos urbanos y dentro del contexto de este problema, dentro de la Unión Europea (en adelante UE), cabe resaltarse que, al año se desechan 2.700 millones de toneladas de residuos, de las cuales 90 millones de toneladas son residuos peligrosos. En torno al 40% de los residuos municipales se recicla o se reutiliza y el resto se deposita en vertederos o se incinera. La generación de residuos se mantiene, en términos globales, estable en la UE, pero algunos flujos de residuos como los residuos de construcción y demolición, los lodos de depuradora y los desechos marinos siguen aumentando. Algunos Estados Miembros han conseguido reciclar hasta el 80% de sus residuos, lo que ilustra sobre las posibilidades que hay de convertir los residuos en un recurso clave para la UE [2]. En particular, en 2012 según Eurostat se generaron en España 118.6 millones de toneladas de residuos [2].

Adicionalmente, en [2] se indica que “la política de residuos tiene una incidencia muy importante en otras políticas ambientales, en particular, en la de lucha contra el cambio climático, en la de protección de las aguas continentales y en la de protección y conservación del medio ambiente marino”. Asimismo, en este documento se indica que contribución de los residuos al Cambio Climático es pequeña en relación a la de otros sectores (en el año 2013 fue un 5% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y aún se puede reducir de forma significativa. En el entorno de los residuos, la disminución de GEI debe tener en cuenta que los distintos materiales que componen los residuos tienen un comportamiento diferente cara a la emisión de GEI y en consecuencia las medidas de reducción que se pueden proponer son diferentes. Dentro de este contexto, es prioritario para los Gobiernos Centrales, los Autonómicos y los Municipales “reducir las actividades emisoras, fomentar las actividades que secuestran carbono y valorar la disminución de emisiones asociadas a tratamiento y transporte de residuos [2].

El proyecto que se describe en este enunciado se centra en la aplicación de las TIC al **proceso de la recolección y transporte de residuos urbanos (etapa de recogida y transporte descrita anteriormente)**. Este proyecto debe conjugar el uso de sensores con el procesamiento de un Sistema de Información Geográfica (SIG), entre otros elementos de infraestructura tecnológica. La idea de llevar a cabo este proyecto, permitirá que el Ayuntamiento de Madrid establezca un modelo de gestión que optimice el uso de los recursos asociados a la labor de la recolección y transporte de los residuos urbanos mientras favorece la conservación del medio ambiente. Dentro de las áreas de Gobierno del Ayuntamiento de Madrid, este proyecto involucrará a distintas áreas del Ayuntamiento, a saber [3]:

- Obras y equipamientos (para los presupuestos)

- Medio Ambiente y Movilidad (recursos del proceso de recogida de residuos y personal encargado)
- Desarrollo urbano (para infraestructuras tecnológicas y otras)

Si se quiere ejemplificar el escenario de uso concreto de este proyecto, éste se puede describir de la siguiente manera: los vecinos y las empresas, depositan los residuos que han producido en un contenedor fijo de la calle, usualmente una o varias veces por semana. Estos contenedores normalmente están situados en un lugar cercano al lugar de vivienda o de razón social. Supongamos un contenedor de cartón. En el escenario general y actual, un camión recogerá el contenido y lo trasladará a la planta de tratamiento. Por lo tanto, para toda una ciudad, una flota de camiones recorre el municipio, retirando los residuos. Esto provoca una importante degradación atmosférica y acústica del medio y supone una importante inversión en personal así como también en recursos como vehículos, combustible, tiempo y dinero.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende optimizar el número y trazado de las rutas de recogida, minimizando así la contaminación y el gasto público, dos objetivos fundamentales de la gestión municipal de cualquier Ayuntamiento y factores clave dentro de la proyección de Madrid como ciudad de futuro.

La instalación y utilización de sensores en los contenedores fijos en calle, podrá facilitar en tiempo real el nivel de llenado de cada uno de los contenedores de la red de recogida de residuos urbanos localizados por todo el perímetro urbano de la ciudad de Madrid. Un sencillo filtrado de los valores obtenidos a través de los sensores podría ayudar a diferenciar los que deben ser vaciados de los que no.

La utilización de un SIG permitirá conocer la ubicación exacta de cada uno de los contenedores de la red. Adicionalmente, la información proporcionada por los sensores permitirá reflejar en los mapas aportados por el SIG la ubicación exacta de aquellos contenedores que deberían ser vaciados. De esta manera, dentro del SIG se podrán obtener los puntos del mapa del Municipio que deben ser visitados por los camiones encargados de la recogida y vaciado de los contenedores llenos. Finalmente, deberían poderse ejecutar los algoritmos necesarios para calcular las rutas óptimas que pasan por los puntos a visitar utilizando el menor número de camiones posible.

Las ideas centrales para el sistema de la gestión de residuos urbanos, en concreto, la **gestión de la recolección y el transporte de dichos residuos** vienen enmarcadas por las siguientes acciones:

- La red de contenedores estará formada por contenedores nuevos que serán inteligentes, es decir, que tendrán la capacidad de mostrar información sobre los niveles de llenado y alertarán de la necesidad de ser vaciados cuando estén a punto de alcanzar el límite de llenado permitido. Esto podría llevarse a cabo a través de un conjunto de sensores implantados dentro de cada uno de esos contenedores.
- Un sistema que soportado por un SIG permita:
 - Consultar información (en tiempo real) sobre el estado de cada uno de los contenedores (nivel de llenado, localización, tipo de contenedor).
 - Cálculo y planificación de las rutas óptimas que deberán seguir las flotas de vehículos de recogida de contenedores para recolectar cada noche los contenedores que han avisado que tienen necesidad de ser vaciados. Los

conductores de cada uno de los vehículos que deberán ejecutar una ruta óptima de recogida, deberán tener acceso al sistema y por tanto a dicha ruta a través de un dispositivo de fácil transporte conectado a la red de comunicaciones a través de un móvil, una Tablet o cualquier dispositivo similar. El sistema debe guiar a los conductores durante toda la ruta indicando la localización exacta donde hay que encontrar el contenedor que solicita el vaciado. El servicio de vaciado se llevará a cabo entre las 0:00 a.m. y las 04:00 a.m. hora peninsular española.

- Visualización de la información relativa a los contenedores y a las rutas de recogida a través de mapas, mediante información georreferenciada.
- Identificar los contenedores próximos a rebosar el umbral de vaciado.
- Gestión unificada de usuarios del sistema de recogida inteligente de residuos, por ejemplo: alta/baja de operarios adscritos al servicio de recogida inteligente de residuos, entre otros.
- Alta/baja de contenedores inteligentes, alta y baja de vehículos dentro de la flota de recolección de residuos, y alta/baja de zonas o distritos donde opera el servicio.
- La generación de alertas para notificar incidencias en el servicio de recogida y vaciado de contenedores cuando uno de ellos no pudo ser vaciado porque la flota de vehículos no pudo completar satisfactoriamente el proceso de vaciado del contenedor o no pudo ser recogido dentro de la ruta planificada. Dichas alertas o notificaciones deberán generar rutas extra de servicio inmediato para la cuadrilla de guardia de los operarios encargados del servicio.
- Generación de estadísticas e informes sobre el servicio de recogida y transporte inteligente de residuos, a saber:
 - Información de las rutas de recogida agrupadas por distintos parámetros espaciales y temporales, indicadores de gestión como incidencias, consumo y kilometraje, estimación de ahorro, etc.
 - Cuadro de mando con resúmenes con la información de llenado de contenedores agregada por distintas variables de localización, temporal (sobre la recogida semanal y mensualmente), indicadores de gestión, etc.
 - Generación de órdenes de trabajo completas para las distintas plantillas de los operarios encargados de la recogida de los residuos y por tanto del vaciado de los contenedores.
 - Información sobre “puntos calientes” (contenedores cuya frecuencia de llenado es alta y recurrente) y horas punta (horas en las cuales se detecta que el contenedor está mandando mensajes para su recogida/vaciado). Adicionalmente, información sobre la localización de esos puntos calientes con información del entorno (que tipo de zona o distrito es y qué actividad existe en el vecindario: industrial, educativa, restauración, etc.).
 - Generación e informes e históricos sobre el gasto en combustible y el kilometraje de la flota durante las recogidas semanales o mensuales a través de las rutas seleccionadas por el sistema.
 - Publicación de la información sobre las rutas y los horarios de recogida que se han efectuado para que estén a disposición de la

ciudadanía en tiempo real a través de una aplicación de la sede electrónica del Ayuntamiento.

El Ayuntamiento se comprometerá a actualizar toda la flota de vehículos encargados de la recolección por vehículos de bajo consumo y baja emisión de contaminantes. Así mismo, el Ayuntamiento se compromete a comprar todos los contenedores inteligentes necesarios para cubrir toda la red de recolección de residuos en Madrid Capital. Adicionalmente, el Ayuntamiento de Madrid realizará campañas de concienciación entre los madrileños para que tomen conciencia de la importancia de un adecuado proceso de reciclaje de residuos. Finalmente, el Ayuntamiento se encargará del mantenimiento de toda la infraestructura asociada al sistema inteligente de recogida de residuos.

5. Alcance del Proyecto

El alcance de esta Práctica abarca el 100% de las actuaciones antes mencionadas (incluyendo todos los detalles que se acaban de introducir). Esto significa que, la solución propuesta para este Proyecto debe integrar cada actuación y el detalle de cada una de ellas.

6. Planificación de entregables

Para la planificación y realización de los entregables, se pedirá a cada grupo de prácticas que creen una cuenta de Slack para el proyecto (<https://slack.com/intl/es-es/help/articles/221769328-C%C3%B3mo-saber-d%C3%B3nde-se-encuentra-tu-URL-de-Slack#plan-enterprise-grid-2>). En dicha cuenta, podrán establecer la comunicación interna del grupo y llevar a cabo tareas correspondientes a la Gestión de Requisitos. Esta cuenta de Slack, así como la asociación de las diferentes herramientas que ayuden a las actividades de gestión del equipo, serán tareas del miembro del equipo que ocupe el rol de encargado de la Gestión de Requisitos. Este miembro del equipo deberá dar acceso a las profesoras de la asignatura dentro del entorno Slack para que se puedan llevar a cabo las reuniones de “cliente” (siempre y cuando el grupo de prácticas las requiera) y se generen las actas de dichas reuniones (en estas reuniones las profesoras actuarán como clientes).

A lo largo del cuatrimestre se deberán elaborar los siguientes entregables en los hitos que se describen a continuación.

Nota 2: el contenido específico de cada uno de los entregables podría verse modificado (especializado) conforme se vayan dando en clase los temas correspondientes que soportan dicho entregable.

- **Hito 1.** Hasta el **domingo 18 de octubre de 2020** a las 23:00 hrs. Entregables:
 - **Documento ISR versión 1 (ISR.V1.0)**
El documento ISR contendrá las secciones vistas en clase. Recordad que se excluyen:
 - Subsección de factibilidad económica de la sección 6.

- Sección de planificación inicial del proyecto (sección 9).
 - **Actas de las reuniones con las profesoras (si las hay).**
 - **Acceso al entorno Slack creado para el grupo.**
- **Hito 2.** Hasta el **domingo 6 de diciembre de 2020** a las 23:00 hrs.
Entregables:
 - **Documento ISR versión 2 (ISR.V2.0))**
 - Este documento deberá contener las modificaciones propuestas por las profesoras en la revisión de la versión 1 (si las hay). Debe generarse una nueva versión del documento previa creación del baseline del mismo en DOORS.
 - **Documento de Visión, Alcance y Necesidades de Usuario (VANU-V1.0)** incluyendo trazabilidad con respecto al documento de ISR (ISR-V2.0).
 - **Actas de las reuniones con los profesores (si las hay).**
- **Hito 3 (Última entrega):** **Hasta el domingo 3 de enero de 2021** a las 23:00 hrs.
Entregables:
 - **Documento Final ISR** (SR-V1.0, ISR-V2.0 o ISR-V3.0 como corresponda).
 - **Documento Final de Visión, Alcance y Necesidades de Usuario (VANU-V2.0).** Este documento debe tener incluidas las modificaciones propuestas por las profesoras en la revisión del documento VANU V1.0. incluyendo trazabilidad con respecto a la última versión del documento de ISR.
 - **Documento de Especificación de Requisitos Software (SRS-V1.0)** incluyendo trazabilidad con respecto al documento de Visión, Alcance y Necesidades de Usuario (VANU-V2.0).
 - Este documento deberá contener adicionalmente anexos donde se explique los métodos y los resultados para:
 - Priorización de Requisitos
 - Validación de Requisitos
 - Identificación de técnicas para la validación de requisitos
 - Resultado de la ejecución de las técnicas de validación
 - Modelado de requisitos
 - **Actas de las reuniones con los profesores (si las hay).**

Nota 3: Los documentos producidos en cada hito deben subirse en formato pdf al Moodle dentro de la entrega del hito correspondiente. Cada documento se revisará también en DOORS, en donde se revisará que para la versión final entregada se haya creado el correspondiente baseline. En particular, se revisará a) la participación de los miembros del equipo en el desarrollo del entregable y b) la generación de los baselines al crear cada entregable.

Nota 4: La evaluación del trabajo relacionado con esta Práctica corresponde al 37% de la nota total de la asignatura tal y como está especificado en la Guía de Aprendizaje. La documentación entregada en cada uno de los hitos tiene la siguiente distribución en porcentaje sobre ese 37% de la nota del proyecto:

- **Hito 1: 7%**
- **Hito 2: 15%**
- **Hito 3: 15%.**

Esta evaluación tendrá en cuenta:

- La calidad de los documentos producidos.
- La participación de cada uno de los participantes en la realización de dichos documentos, la cual queda registrada en la herramienta de gestión de requisitos utilizada en la asignatura (DOORS-TAU).

7. Bibliografía:

[1] “La recogida y gestión inteligente de residuos urbanos en las ciudades”. Carlos Bernad. Residuos Profesional. Abril de 2018. URL: <https://www.residuosprofesional.com/recogida-gestion-inteligente-residuos/> [Última consulta: 29/09/20].

[2] “Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022”. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España. 2016-2022- URL: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/Planes-y-Programas.aspx> [Última consulta: 29/09/20].

[3] “Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático”. Plan A. 2017-2020. Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental. Ayuntamiento de Madrid. 2017-2020- URL: <https://transparencia.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/CalidadAire/Ficheros/PlanACalidadAire2019.pdf> [Última consulta: 29/09/20].