

Projecte Final de Màster en Programari Lliure

Sistema d'identificació QR per al comerç

Especialitat: Desenvolupament d'aplicacions

Títol: Sistema d'identificació QR per al comerç

Autor: Aniol Simon Surià

Consultor: Gregorio Robles Martínez

Tutor extern: Enrique Félez Zaera

Data: 9 de gener de 2016

Copyright (C) 2016 Aniol Simon Surià

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "Capítol 7: Llicència".

Informació general sobre el projecte

Títol: Sistema d'identificació QR per al comerç

Autor: Aniol Simon Surià - asimonsu@uoc.edu

Tutor extern: Enrique Félez Zaera - efelez@bcn.cat

El projecte s'ha realitzat a l'Institut Municipal d'Informàtica (IMI), part de l'Ajuntament de Barcelona.

Aquesta institució vol implementar un sistema perquè els ciutadans i els treballadors municipals puguin obtenir informació dels diferents establiments i monuments de la ciutat de Barcelona. El sistema, anomenat internament ILIA, consisteix en instal·lar un codi QR a cada establiment/monument de la ciutat. Aquests codis QR incorporaran una URL amb un identificador de monument.

La problemàtica a resoldre és que es vol que amb un únic codi QR es mostri informació diferent segons qui la llegeixi. Si la lectura la fa un ciutadà, el codi l'ha de conduir a una adreça web pública de l'ajuntament amb informació d'interès per al ciutadà. En canvi, si la lectura la fa un treballador municipal, la informació que ha d'obtenir ha de ser privada (informació tècnica sobre l'edifici, estat de les llicències, etc.)

Els treballadors municipals disposen de dispositius mòbils corporatius amb sistema operatiu Microsoft Windows Phone 8.1 i es preveu que s'actualitzaran a Windows 10 Mobile d'aquí a poc temps.

El projecte consisteix en realitzar l'anàlisi, el disseny i part de la implementació del sistema ILIA. A la primera fase, l'anàlisi i el disseny, s'han estudiat una sèrie de propostes de disseny del sistema que havien generat a l'Institut Municipal d'Informàtica. S'ha valorat cadascuna d'elles fins a poder determinar quina era la millor per implementar-la. S'ha determinat que la millor opció és implementar una App específica per als dispositius dels treballadors municipals.

Pel que fa a la fase d'implementació es va acordar amb l'empresa que la part a implementar del sistema ILIA seria l'App corporativa per a llegir els codis QR, sobre la plataforma Windows 10 Mobile (Windows Universal App).

En aquesta memòria hi ha reflectits tots els detalls del procés complert, des de l'anàlisi de la problemàtica fins a la implementació de l'App.

Taula de continguts

Informació general sobre el projecte	2
Capítol 1: Introducció i motivació.....	5
1.1 Introducció	5
1.2 Motivacions.....	6
Capítol 2: Objectius i planificació	7
2.1 Objectius	7
2.2 Planificació	8
Capítol 3: Requisits i implementació	9
3.1 Anàlisi de requeriments.....	9
3.1.1 Proposta IMI-A	10
3.1.2 Proposta IMI-B	12
3.1.3 Proposta IMI-C.....	14
3.1.4 Valoració de la millor proposta	16
3.1.5 Part del sistema a implementar i tecnologia escollida	17
3.2 Metodologia de programació	19
3.2.1 Definició i conceptes bàsics de les metodologies de programació.....	19
3.2.2 Metodologia utilitzada	21
3.3 Tecnologies relacionades.....	23
3.3.1 Requisits per poder dur a terme el desenvolupament	23
3.3.2 Llenguatge de programació	24
3.3.3 Entorn de desenvolupament.....	25
3.3.4 Alternatives a la tecnologia escollida.....	29
3.4 Anàlisi i disseny del sistema	30
3.4.1 Diagrames de cas d'ús.....	30
3.4.2 Diagrama de classes conceptual	31

3.5 Implementació	32
3.5.1 Configuració entorn de desenvolupament	32
3.5.2 Configuració del dispositiu de desenvolupament/proves	34
3.5.3 Estructura del projecte Visual Studio	37
3.5.4 Fixers propis del CorporativeQR Reader	39
3.5.5 Llibreria ZXing.Net	41
Capítol 4: Resultats	42
4.1 Lectura d'una URL del sistema ILIA	43
4.2 Lectura d'una URL externa al sistema ILIA	44
Capítol 5: Conclusions	45
5.1 Conclusions en relació als objectius	45
5.2 Valoració personal	46
5.3 Coneixements adquirits	46
5.4 Treball futur	47
5.4.1 Llistat de tots els monuments/establiments amb buscador	47
5.4.2 Visualització sobre mapa	47
5.4.3 Navegació	47
5.4.4 Planificació de rutes	48
5.4.5 Notificacions push	48
5.4.6 Seguiment GPS dels treballadors municipals	48
Capítol 6: Referències	49
Capítol 7: Llicència	50
GNU Free Documentation License	51

Capítol 1: Introducció i motivació

En aquest capítol s'introdueix el projecte: la tasca a realitzar, per a qui i amb quina finalitat es fa el desenvolupament. També inclou les motivacions, tant les de l'empresa com les personals, que han fet tirar endavant aquest projecte.

1.1 Introducció

El projecte s'ha realitzat per a l'Institut Municipal d'Informàtica, part de l'Ajuntament de Barcelona. Dins d'aquesta institució hi ha diversos departaments però els implicats en aquest projecte són els de Direcció de Nous Canals i Direcció d'Innovació.

El que vol aconseguir l'Institut Municipal d'Informàtica és crear un sistema (anomenat internament ILIA) capaç de mostrar informació als ciutadans i als treballadors municipals dels diferents establiments i monuments de la ciutat de Barcelona. La informació que s'ha de mostrar als ciutadans és informació pública (horaris, curiositats, etc.), en canvi, la informació que s'ha de mostrar als treballadors municipals és informació privada (llicències, escriptures, etc.).

Per accedir a la informació es vol fer a través d'un únic codi QR que s'instal·larà en cadascun dels diferents establiments i monuments de la ciutat. La lectura d'aquest codi QR únic ha de disparar diferents comportaments segons la faci un ciutadà o un treballador municipal (el qual disposa d'un dispositiu corporatiu concret).

En aquest projecte s'ha fet l'anàlisi, el disseny i part de la implementació del sistema ILIA. Pel que fa a l'anàlisi s'han analitzat les diferents propostes de disseny del sistema que havia fet a l'Institut Municipal d'informàtica i s'ha determinat quina és la millor per dur a terme.

Pel que fa a la implementació s'ha optat per a realitzar una App per als dispositius mòbils dels treballadors municipals.

En els següents apartats s'explica de forma detallada l'anàlisi i valoració que s'ha fet, i també tots els detalls sobre el provés d'implementació i la plataforma de desenvolupament.

1.2 Motivacions

Les motivacions per a la realització d'aquest projecte són les següents: en primer lloc, l'objectiu del projecte ILIA, és a dir, crear un sistema capaç d'informar a la ciutadania i als treballadors municipals sobre els diferents establiments i monuments de la ciutat de Barcelona.

Oferir l'accés senzill a aquesta informació té un doble propòsit. Per una banda facilitar les tasques dels empleats municipals (inspeccions, visites, gestions) amb els diferents establiments i monuments. El fet de poder obtenir les dades internes de l'ajuntament actualitzades al dispositiu mòbil del treballador pot agilitzar molt tots els processos i també evitar els possibles errors.

Per altre banda també és una bona eina per als ciutadans. Tant per els turistes que visitin la ciutat, com per els propis ciutadans de Barcelona. Tots aquests podran obtenir informació pública (com per exemple la història, l'arquitecte o l'horari comercial) dels establiments i monuments només escanejant el codi QR amb el seu terminal mòbil. Com s'explica més endavant en aquest document, el ciutadà pot utilitzar un lector de codis QR estàndard per obtenir la informació pública.

Com a motivació més personal, vaig escollir aquesta proposta de projecte perquè vaig veure que era un projecte que tindria una utilitat real tant per el ciutadà com per els treballadors de l'ajuntament de Barcelona. El fet de treballar en un projecte que acabarà formant part d'un sistema públic real és motivador.

Capítol 2: Objectius i planificació

En aquest capítol s'exposen els objectius del projecte i també la planificació que s'ha realitzat per a poder-los dur a terme.

2.1 Objectius

Els principals objectius del projecte són molt clars i concisos. Podem distingir tres objectius principals que acabaran conformant tota la tasca a realitzar:

En primer lloc, hi ha **l'estudi de les propostes de disseny del sistema**. Aquest primer objectiu fa referència a estudiar com fer la implementació completa del sistema ILIA. Des de l'Institut Municipal d'Informàtica s'han generat una sèrie de propostes, es tracta d'analitzar-les i si és el cas, proposar-ne alguna de nova.

Pel que fa al segon objectiu, es tracta de **determinar quina de les propostes de disseny del sistema és la millor per implementar el sistema ILIA**. Aquest objectiu només es podrà complir després de realitzar l'estudi esmentat en el primer objectiu.

Finalment, com a tercer i últim objectiu, s'ha de fer **l'anàlisi, el disseny i la implementació d'una part del sistema ILIA**. Com es podrà observar en capítols posteriors, el sistema consta d'un client i un servidor. Es tractarà d'implementar alguna d'aquestes parts. Aquesta part a implementar serà acordada amb l'Institut Municipal d'Informàtica.

De forma esquemàtica els objectius són els següents:

- Estudi de propostes del disseny del sistema

- Determinació de la proposta de disseny a utilitzar (una proposada per l'empresa o una de nova)

- Implementar la part del sistema que s'acordi amb l'empresa. (client, servidor o parts d'aquests).
 - Aquesta implementació inclou:
 - L'estudi de la tecnologia/plataforma escollida per fer la implementació de la part acordada amb l'empresa.
 - Disseny i especificació de la solució a implementar (diagrames UML)

2.2 Planificació

La planificació del projecte s'ha fet basant-se en les dates acadèmiques del Màster ja que des de l'empresa hi ha hagut llibertat total en aquest aspecte. Ells tenen aquest projecte en fase d'aprovació i de moment no hi ha urgència per finalitzar-lo.

S'han definit tres fites. Una primera fita que consisteix principalment en fer l'anàlisi del sistema i de les propostes. Una segona fita on es determinarà quina part del sistema s'implementarà i finalment una tercera fita on s'haurà d'haver acabat la implementació i les proves del programa.

El següent quadre mostra els terminis i objectius de cadascuna de les fites:

Fita i data	Tasques realitzades
26.9.2015	Entrega del document "Pla de treball" inicial.
7.11.2015	Primera fita: <ul style="list-style-type: none"> • Estudi de les propostes de l'empresa / crear proposta nova si és el cas • Proposar elecció a l'empresa per esperar conformitat • Documentar procés per a la memòria final
5.12.2015	Segona fita: <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la part a implementar i estudi de les tecnologies necessàries. • Documentar procés per a la memòria final • Inici redacció memòria final
2.1.2016	Entrega: <ul style="list-style-type: none"> • Implementació de la part del sistema acordada. • Proves de la implementació • Documentar procés per a la memòria final.
9.1.2016	Redactat final i confecció de la memòria completa

Diagrama de Gantt

Per a poder visualitzar més fàcilment les fites mencionades anteriorment, s'ha creat el següent diagrama de Gantt amb la planificació del projecte:

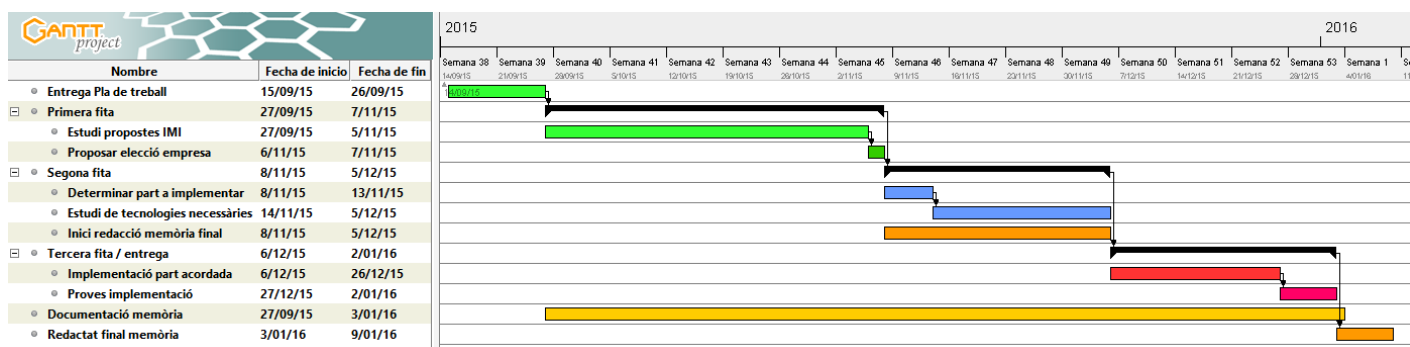


Figura 1: Diagrama de Gantt de la planificació del projecte

Capítol 3: Requisits i implementació

Aquest es el capítol principal de la memòria. En primer lloc s'exposa l'anàlisi de requeriments del sistema, amb la valoració de les propostes proporcionades per l'Institut Municipal d'Informàtica. Tot seguit es fa una breu introducció a les metodologies de programació i es reflecteix quina s'ha utilitzat per a desenvolupar el projecte.

Després de fer l'anàlisi de requeriments es determina quina tecnologia s'utilitzarà, per tant en aquest capítol també es parla de la tecnologia utilitzada i es presenten algunes alternatives a l'escollida.

Tot seguit hi ha l'apartat d'anàlisi i disseny del sistema, on s'explica l'estructura de la implementació amb diagrames UML simplificats.

Finalment hi ha tota la documentació referent a la implementació, des de la configuració de l'entorn de desenvolupament fins a la finalització del projecte. No s'ha inclòs el codi font ja que es pot trobar al fitxer zip que acompanya aquesta memòria.

3.1 Anàlisi de requeriments

L'Institut municipal d'informàtica disposa d'una sèrie de propostes de disseny del sistema ja que actualment disposen de sistemes en funcionament i és possible que se'n pugui reutilitzar algun. Aquestes propostes s'exposen i s'analitzen a continuació.

En totes les propostes es pot veure que el sistema consta de dos parts. Una part al servidor (on hi haurà el software de gestió de les dades i les pròpies dades) i una altre part en forma d'App per a dispositiu mòbil.

Cada proposta està formada per una explicació, un esquema i finalment una taula de valoració amb els seus avantatges i inconvenients.

3.1.1 Proposta IMI-A

El ciutadà llegirà el codi QR utilitzant qualsevol aplicació de lectura de QR per a dispositius mòbils (ja sigui del propi sistema operatiu o de tercers). Aquest codi QR contindrà una URL de l'estil www.bcn.cat/ilia/sagrada_familia o bé amb un identificador www.bcn.cat/ilia/establiment?xxxx.

Pel que fa al treballador municipal s'haurà de desenvolupar una App específica que al fer la lectura del codi QR tradueixi la URL pública esmentada anteriorment en una de privada/interna de l'ajuntament: www.ajuntament.bcn/ilia/establiment?xxxx

Aquesta opció és la preferida per la Direcció de Nous Canals ja que ells es dediquen a fer Apps. En aquest cas, els treballadors municipals utilitzen Windows Phone com a sistema operatiu dels dispositius mòbils i Nous Canals només treballa amb Android i iOS. Des del departament d'Innovació consideren que fer el desplegament d'una App per als treballadors es innecessari, prefereixen una altre opció.

Esquema

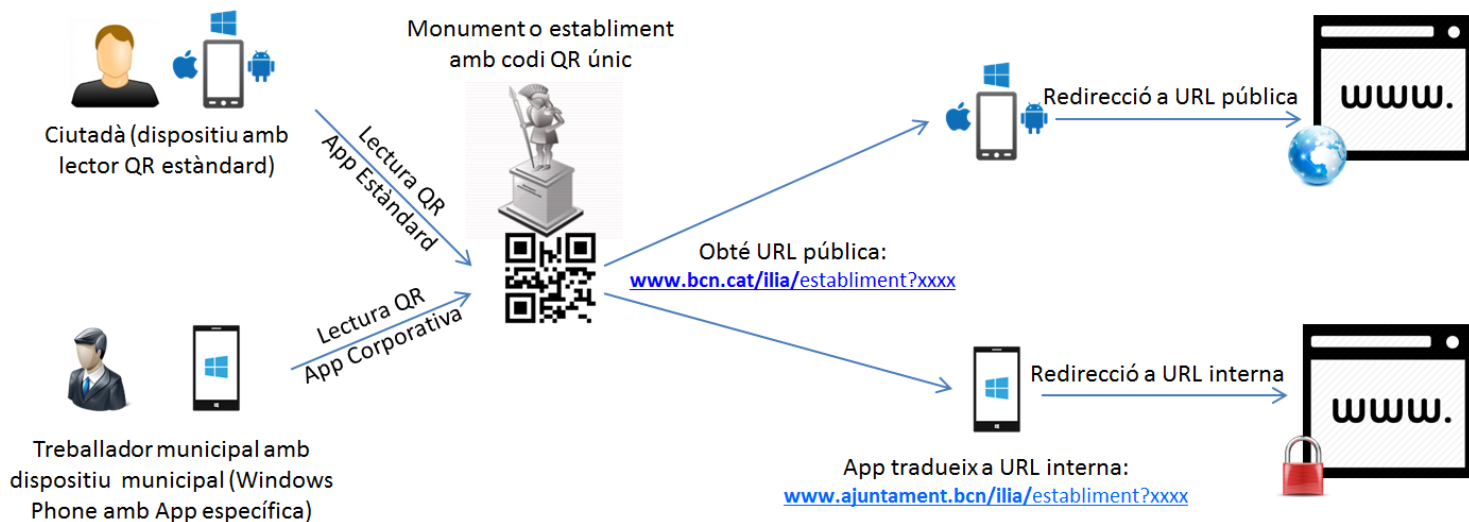


Figura 2: Esquema de la proposta IMI-A

Avantatges i inconvenients de la proposta IMI-A

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> • El ciutadà en cap moment pot veure que el codi QR és també una porta d'entrada al portal corporatiu. • Ciutadà pot utilitzar un lector de QR estàndard. • El treballador municipal només s'ha de preocupar de tenir instal·lada l'App al seu dispositiu. • En un futur es pot aprofitar l'App per altres temes destinats als treballadors municipals (enviament de missatges push, seguiment o planificació de rutes, punts d'interès, etc.). • Al tenir una App pròpia es poden enviar dades directament sobre el dispositiu utilitzat per fer la identificació de l'usuari. Es pot limitar l'accés als dispositius dels tècnics municipals. 	<ul style="list-style-type: none"> • S'ha de fer el desenvolupament i desplegament d'una App específica per a dispositius mòbils. En Windows Phone. • Sistema només per plataforma escollida (Windows Phone)

3.1.2 Proposta IMI-B

Aquesta opció proposa que tant els ciutadà com el treballador municipal utilitzin un lector de codis QR estàndard (el del propi dispositiu o una App de tercers). En aquest cas tots dos tipus d'usuari serien dirigits a la pàgina pública a la que apuntés el QR (per exemple: www.bcn.cat/ilia/establiment?xxxx).

Dins d'aquesta pàgina pública s'hauria d'incloure (preferiblement a la part superior dreta) un *link* per a poder accedir a la zona privada (de l'estil "accés per treballadors"). El treballador municipal al accedir al *link* s'hauria d'identificar mitjançant usuari i *password* o mecanisme single-sign. Un cop identificat accediria a la zona privada.

Aquesta opció és considerada com la més simple i barata per Innovació però no entra dins el manual de Nous Canals.

Esquema

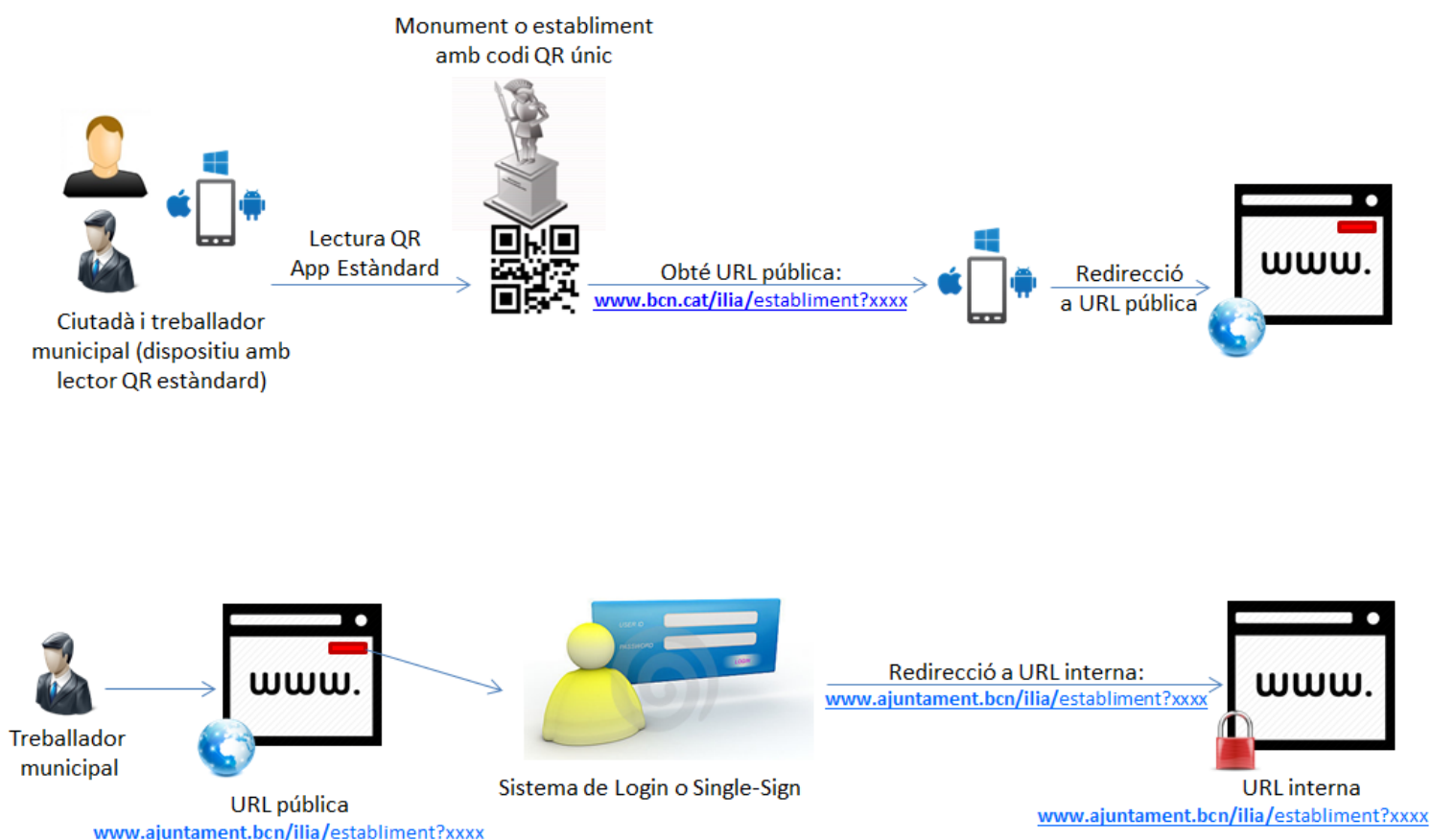


Figura 3: Esquema de la proposta IMI-B

Avantatges i inconvenients de la proposta IMI-B

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> • Tant el ciutadà com el treballador municipal poden utilitzar un lector QR estàndard. Funcionaria amb qualsevol dispositiu capaç de llegir codis QR. • Sistema multi-plataforma. 	<ul style="list-style-type: none"> • El ciutadà veu que la pàgina és un accés també corporatiu. • Solució poc atractiva / antiquada (el fet de tenir un <i>link</i> a la zona pública que apunti cap a la privada) • No es pot aprofitar el desenvolupament per altres accions relacionades amb els dispositius mòbils dels treballadors municipals. • Necessària identificació amb usuari / <i>password</i>. • No es poden tenir dades específiques sobre el dispositiu que està accedint al portal.

3.1.3 Proposta IMI-C

En aquest cas també només es disposa d'un lector de codis QR estàndard tant per els treballadors municipals com per als ciutadans.

Per poder fer la identificació dels treballadors municipals el servidor hauria de validar que s'està accedint a la URL des d'un dels dispositius dels treballadors (per exemple utilitzant un certificat digital) i en cas de ser vàlid redirigir-lo directament a la zona privada.

Esquema

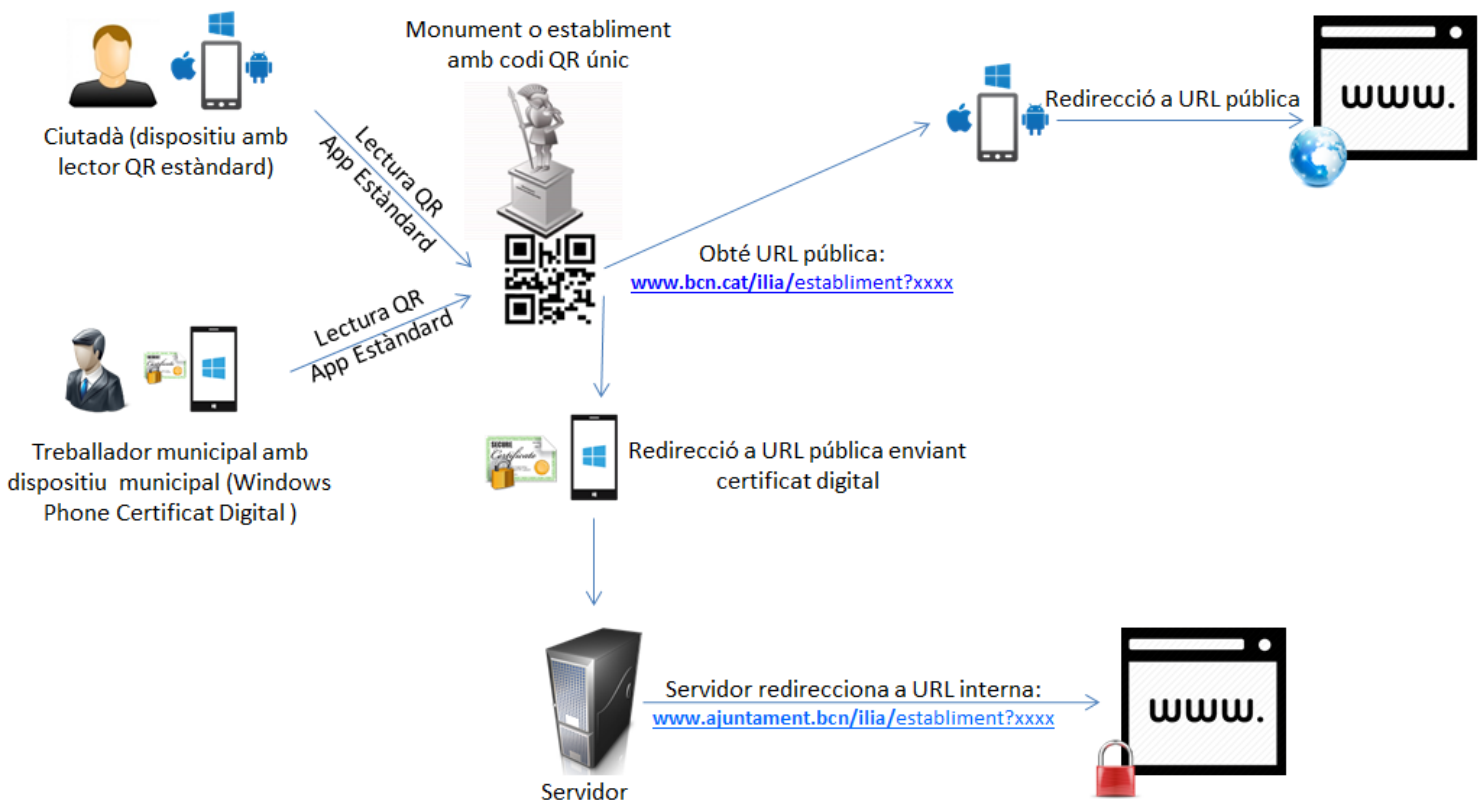


Figura 4: Esquema de la proposta IMI-C

Avantatges i inconvenients de la proposta IMI-C

Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none">• El ciutadà no veu la pàgina pública com una porta d'entrada al portal corporatiu.• No s'ha de desenvolupar una App.• Sistema multi-plataforma	<ul style="list-style-type: none">• S'ha d'assegurar que els certificats no caduquin i en cas de fallada o reinstal·lació del dispositiu s'ha de tornar a desplegar el certificat.• Sistema web més complex.• No es pot aprofitar el desenvolupament per altres accions relacionades amb els dispositius mòbils dels treballadors municipals.• No es poden tenir dades específiques sobre el dispositiu que està accedint al portal.

3.1.4 Valoració de la millor proposta

Després d'analitzar els avantatges i inconvenients de cadascuna de les propostes plantejades per l'IMI la meua recomanació es tirar endavant la proposta **IMI-A** (dissenyar i implementar una App específica per als treballadors municipals).

La decisió es basa en els següents punts:

- El ciutadà no pot veure de cap manera que el QR també és una porta d'entrada al portal corporatiu (igual que en la proposta IMI-C)
- El treballador municipal només s'ha de preocupar de llegir el QR amb l'App corporativa.
- La opció IMI-B la descartaria per poc pràctica per al treballador municipal (identificació amb usuari-password) a part de ser una solució poc atractiva.
- Des de l'IMI ja es fa un desplegament de certificats digitals per poder identificar els usuaris dins el sistema, accedir a les zones WiFi, etcètera. Al fer aquest desplegament es pot també fer la instal·lació de l'App.
- L'opció de crear una App permet obtenir dades específiques sobre el dispositiu. D'aquesta manera es podria fer l'autenticació basant-se en el IMEI o *DeviceID* de cada dispositiu i així evitar l'entrada de dades per part del treballador municipal.
- Al crear una App, en un futur, es poden ampliar les funcionalitats d'aquesta. En l'apartat *Treball Futur* es poden trobar les següents propostes amb més detall:
 - Seguiment de l'usuari
 - Planificació de ruta per l'usuari si ha de visitar diversos establiments/monuments.
 - Indicacions de ruta per arribar a l'establiment que es desitgi.
 - Punts d'interès sobre mapa amb els diferents establiments.
 - Enviament de missatges push per notificar l'usuari.

Com a conclusió, recomanaria implementar l'opció IMI-A (App pròpia) ja que és la que permet més flexibilitat i escalabilitat. També resulta pràctica pel que fa al desplegament i després en el seu ús comparat amb les altres dos.

En l'apartat següent es determinarà per quin sistema operatiu implementar l'App.

3.1.5 Part del sistema a implementar i tecnologia escollida

Com s'ha vist anteriorment el sistema consta de dues parts clarament diferenciades, la part del servidor i el client en forma d'aplicació per a dispositius mòbils.

S'ha acordat que en aquest projecte s'implementarà el **client per a dispositius mòbils**. L'anomenarem **Corporate QR Reader**.

Pel que fa a la tecnologia a utilitzar s'ha optat per desenvolupar l'App per la plataforma Windows 10 (Windows Universal App, que amb un sol codi es pot compilar per tots els dispositius de la família Microsoft, dispositius mòbils, tauletes, ordinadors personals, etc.). Aquesta decisió s'ha pres conjuntament amb l'IMI ja que actualment tots els treballadors municipals utilitzen dispositius corporatius amb el sistema operatiu de Microsoft.

Actualment aquests dispositius corporatius utilitzen la última versió disponible del sistema operatiu Windows per a mòbils (Windows Phone 8.1) però tenint en compte que Microsoft preveu distribuir actualitzacions gratuïtes a Windows 10 per a tots els dispositius del seu ecosistema des de l'IMI preveuen que d'aquí a poc s'acabaran actualitzant a Windows 10.

La tasca que haurà de fer l'App es bàsicament fer la lectura d'un codi QR, detectar si conté una adreça que pertany al sistema ILIA i en aquest cas, convertir-la en una adreça interna de l'ajuntament. Després haurà de redirigir-hi l'usuari utilitzant el navegador per defecte del dispositiu. En cas que l'adreça llegida al codi no pertanyi al sistema ILIA també pot fer-se la redirecció cap al navegador, en aquest cas, sense cap mena de transformació.

El funcionament del sistema serà el següent:

- Al codi QR hi haurà una URL pública amb un paràmetre que identificarà l'establiment o monument. L'adreça serà d'aquest estil:

<http://www.bcn.cat/establiment?>

- Per exemple:



<http://www.bcn.cat/establiment?264>

- Quan l'App detecti una adreça amb aquest format, n'haurà de fer la transformació cap a una de la intranet de l'ajuntament. Conservant el paràmetre per tal de poder identificar l'establiment/monument del qual es vol obtenir informació. Les adreces privades són de l'estil:
<http://ajuntament.bcn/ilia/establemnt?>
 - Per exemple: <http://ajuntament.bcn/ilia/establemnt?264>
- Un cop n'hagi fet la transformació preguntarà a l'usuari si vol accedir a la zona pública (com si hagués llegit el codi QR amb un lector estàndard) o bé vol accedir a la informació privada de la intranet. Segons la resposta de l'usuari el redirigirà cap a l'adreça escollida.
- Per fer la identificació de l'usuari, el servidor utilitzarà el certificat digital que té el terminal instal·lat. Com que l'App fa una redirecció al navegador del sistema operatiu, no s'ha de preocupar de la gestió del certificat digital.
- Si l'usuari llegeix una URL que no pertany a ILIA, se l'informarà que l'adreça obtinguda no pertany al sistema però se li oferirà la possibilitat d'accedir-hi.

Nota: Les adreces de l'ajuntament, tant les públiques com les privades, no estan operatives actualment. Per aquest motiu les adreces estan parametritzades al codi font de l'App. Les adreces mencionades aquí són a tall d'exemple i per a poder fer el desenvolupament de l'App. Un cop l'Institut Municipal d'Informàtica finalitzi la implementació del sistema ILIA, s'hauran de canviar les adreces al codi font de l'App.

3.2 Metodologia de programació

En els següents apartats s'explicaran les principals metodologies de programació, quina s'ha utilitzat per realitzar el projecte i el motiu d'aquesta elecció.

3.2.1 Definició i conceptes bàsics de les metodologies de programació

Per a la programació de software, existeixen diferents mètodes i tècniques per desenvolupar i mantenir programari de qualitat. Ja que la programació de software és un procés molt creatiu aquests diferents mètodes intenten sistematitzar aquest procés creatiu per tal de disminuir el risc de crear software de poca qualitat (complex de comprendre, difícil de mantenir, etc.).

Aquestes metodologies marquen una sèrie d'etapes i procediments recomanats per ser utilitzats durant el desenvolupament del sistema informàtic. Inclouen una sèrie d'eines, tècniques i notacions.

L'origen de les metodologies prové de dos fonts. En primer lloc, les metodologies que van evolucionar d'experiències pràctiques de grans consultores de Sistemes Informàtics. L'altra font és la recerca que es fa a les universitats. Sobretot l'evolució de les pràctiques de grans consultores ha evolucionat cap a eines CASE que s'han comercialitzat i ajuden a fer el modelat de software.

Als anys noranta, hi havia un miler de metodologies que s'utilitzaven simultàniament. Això dificultava molt la creació d'una metodologia estàndard per desenvolupar projectes. Actualment s'han anat definint unes metodologies estàndard, entre les quals trobem:

- **Model cascada o clàssic (model tradicional):** Bàsicament es tracta de fer una planificació, anàlisi i disseny, un desenvolupament, tests i finalment un manteniment. D'aquest model n'hi ha moltes variants, com ara el model en cascada revisat.

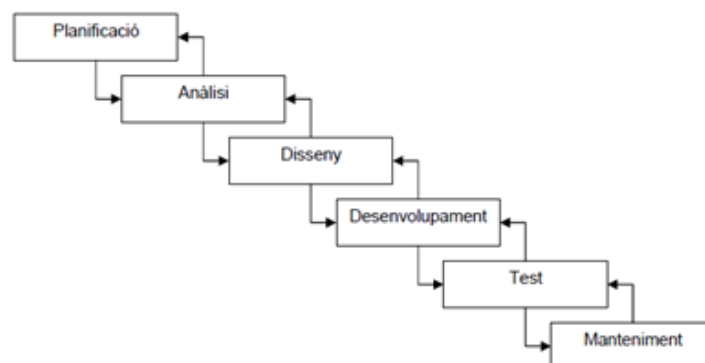


Figura 5: Esquema del model en cascada o clàssic

- **Model espiral (model evolutiu):** Es defineix una espiral d'activitats i es va iterant per aquesta espiral.
- **Desenvolupament iteratiu i creixent o iterativa i incremental:** Es tracta de fer parts del desenvolupament en cascada, però cada vegada que s'arriba a l'etapa de test, es genera una nova versió. Es va iterant fins que s'arriba a la versió que compleix tots els requisits i supera tots els tests. Després només s'ha de mantenir.

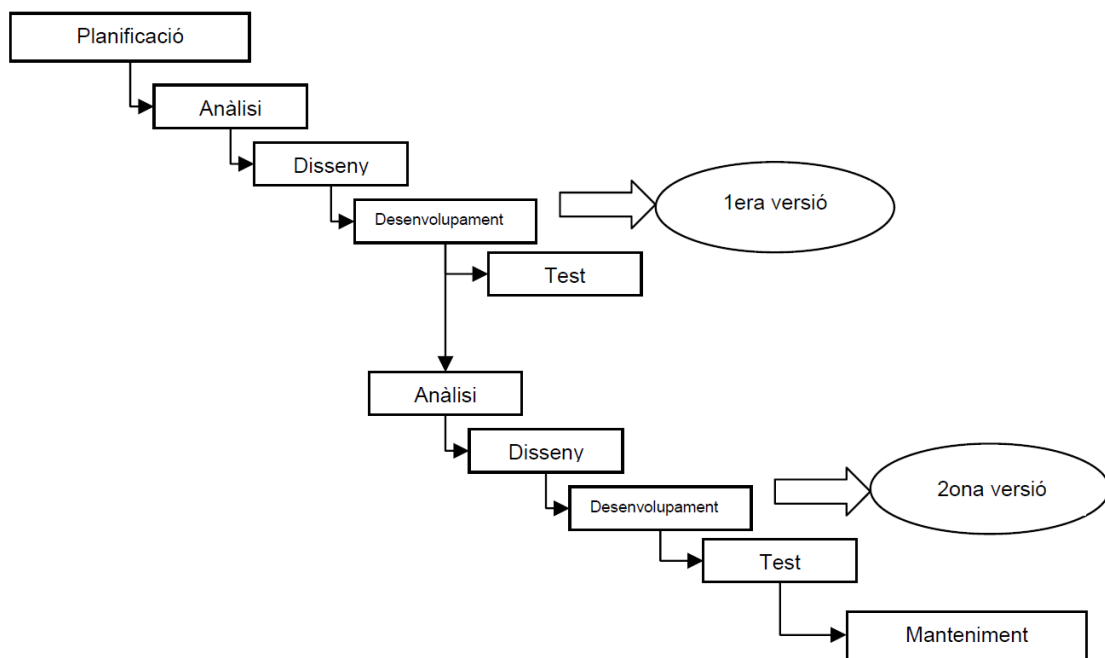


Figura 6: Esquema del model iteratiu i creixent

3.2.2 Metodologia utilitzada

La metodologia de treball que s'ha utilitzat per realitzar el projecte és l'Extreme Programming amb algunes variants. Aquesta metodologia forma part del conjunt de metodologies modernes. Les seves principals característiques són:

- **Utilitza un desenvolupament iteratiu i incremental:** Es basa en el disseny iteratiu i incremental explicat anteriorment.
- **Proves contínues:** Es van fer proves de forma constant durant el desenvolupament del codi. En algunes ocasions també es fan servir proves programades, tot i que en aquest cas no se n'han fet.
- **Programació en parelles:** El mètode recomana treballar en parelles. D'aquesta manera s'aconsegueix que el codi sigui validat i discutit per dues persones al mateix temps. Això aporta qualitat al codi. En aquest cas aquesta recomanació no s'ha seguit.
- **Correcció d'errors abans d'afegir noves funcionalitats:** Cadascuna de les funcionalitats es comprova de forma individual i no es procedeix a crear-ne de noves fins que no s'han corregit tots els errors.
- **Reescriure codi:** El codi es reescriu algunes vegades durant el desenvolupament. Aquesta reescriptura no en modifica el comportament, només n'incrementa la claredat i la llegibilitat. S'han de fer proves després d'una reescriptura per assegurar que no s'han comès errades que puguin provocar fallades de funcionament o *bugs*.
- **Codi compartit:** el codi és compartit per tot el personal del projecte. Qualsevol dels participants pot modificar, corregir i expandir qualsevol part del codi. En aquest cas no s'ha realitzat ja que es tracta d'una part independent i desenvolupat per un sol programador.
- **Simplicitat del codi:** es tracta de mirar d'aconseguir un codi llegible i fàcil d'entendre. D'aquesta manera si el codi funciona bé es podrà afegir de forma senzilla i ràpida una nova funcionalitat. En cas que hi hagi errors també facilitarà molt la feina de corregir-los.

De forma esquematitzada quedarà de la següent manera:

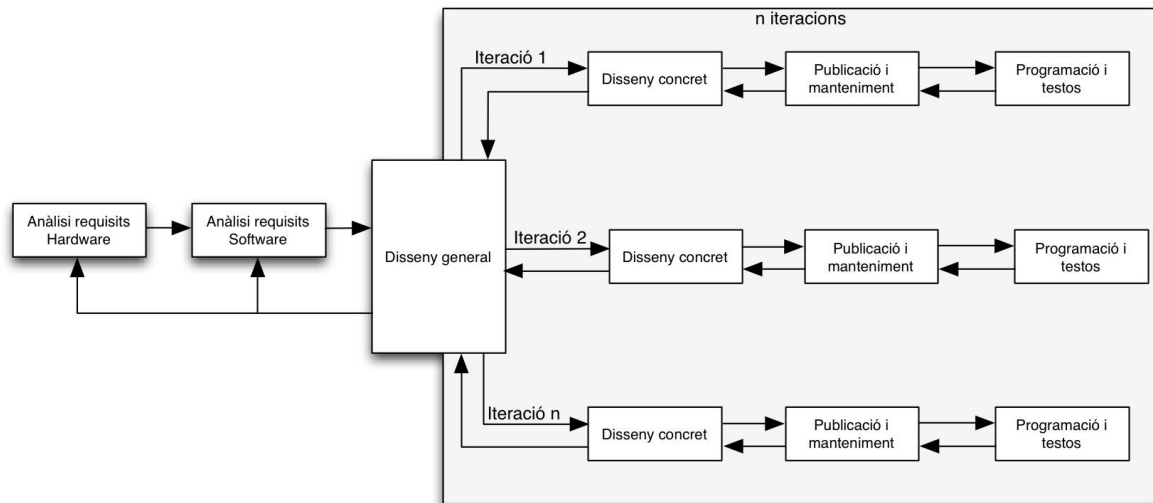


Figura 7: Esquema conceptual de l'Extremme Programming

S'ha escollit aquesta metodologia ja que és una de les que permeten desenvolupar de forma més ràpida i lleugera.

3.3 Tecnologies relacionades

En aquest apartat s'explica la tecnologia utilitzada per fer el desenvolupament del projecte. També s'inclouen els requisits, tant de software com de hardware, necessaris per tal de poder realitzar-lo.

3.3.1 Requisits per poder dur a terme el desenvolupament

En aquest cas el desenvolupament no té uns requisits gaire elevats. Principalment els requisits són els definits per l'entorn de desenvolupament utilitzat. Com s'explicarà en apartats posteriors l'entorn utilitzat serà el Microsoft Visual Studio 2015¹. També s'ha considerat molt recomanable tenir un dispositiu de proves compatible amb Windows 10 Mobile.

Els requisits mínims que ha de tenir l'equip on instal·lar el software de desenvolupament són els següents:

- Processador 1,6 GHZ o superior (recomanació processador multicore a almenys 2.3 GHZ)
- 40 GB d'espai de disc lliure (ja que l'entorn ocupa 4 GB, però els simuladors i l'SDK necessiten unes 30 GB addicionals).
- Sistema Operatiu Windows 10 actualitzat (per poder utilitzar totes les funcions del Visual Studio 2015)
- Memòria RAM de almenys 8 GB (ja és la recomanada per poder utilitzar el Windows 10 amb fluïdesa)

Pel que fa al dispositiu mòbil ha de ser compatible amb Windows 10 Mobile. Gairebé tots els dispositius moderns que porten pre-instal·lat el Windows Phone 8.1 ho són. L'únic requisit específic és que disposin de 8 GB de memòria interna.

La llista completa de dispositius compatibles es pot consultar al portal de Windows Insider².

¹ Requisits del Microsoft Visual Studio 2015: <https://www.visualstudio.com/es-es/downloads/visual-studio-2015-system-requirements-vs.aspx#1>

² Llistat dels dispositius mòbils compatibles amb Windows 10 Mobile: <http://windows.microsoft.com/en-us/windows/preview-supported-phones>

3.3.2 Llenguatge de programació

En un projecte de Visual Studio 2015 es poden utilitzar diversos llenguatges per a desenvolupar una aplicació per a Windows Universal. Els més comuns són els següents: Visual C#, Visual Basic, Visual C++ i JavaScript.

Per a desenvolupar l'App Corporative QR Reader s'ha optat per utilitzar el Visual C# ja que és un dels més utilitzats per la comunitat al l'hora de fer desenvolupaments petits i mitjans. Fent una petita recerca per la xarxa també es pot comprovar que gairebé totes les guies per a fer desenvolupaments per a Windows Phone 8.1 i Windows Universal estan fetes utilitzant aquest llenguatge.

El Visual C# és una implementació del C# (també creat per Microsoft per a la seva plataforma .NET). És un dels més utilitzats per a fer desenvolupaments i normalment no es diferencia entre C# i Visual C#.

Es tracta d'un llenguatge orientat a objectes que utilitza el model d'objectes de la plataforma de Microsoft .NET (pel que fa al modelatge d'objectes es similar a JAVA). La sintaxi del llenguatge deriva dels coneguts C i C++. Un dels motius per a la creació del C# era combinar la facilitat de programació de Visual Basic amb la possibilitat d'arribar al baix nivell del C.



En les Universal Windows Apps a part del llenguatge destinat a programar la lògica del programa també hi intervé un altre llenguatge per a definir les interfícies gràfiques. Aquest llenguatge es l'XAML.



L'XAML (*eXtensible Application Markup Language*) és el llenguatge utilitzat per el Windows Presentation Foundation. La majoria d'aplicacions per a Windows actuals (les desenvolupades amb les eines de Microsoft) utilitzen aquest sistema per a definir les interfícies d'usuari. Es un llenguatge basat en XML. El Visual Studio incorpora eines que permeten fer els dissenys de forma visual i generar el codi XAML. També existeixen eines més avançades com el *Microsoft Blend* per a definir interfícies més complexes.

3.3.3 Entorn de desenvolupament

L'entorn de desenvolupament escollit per a la realització del projecte és el Visual Studio 2015. Es tracta més d'una imposició del sistema que una elecció ja que és l'entorn que ofereix Microsoft per programar per la seva plataforma i ja disposa dels SDK i les eines necessàries per dur a terme el desenvolupament complet d'una App per a la plataforma Windows.



Figura 8: Logotip Microsoft Visual Studio

Creació d'un projecte

Com s'ha comentat en apartats anteriors, el Visual Studio permet desenvolupar amb diversos llenguatges de programació. Segons quin tipus de projecte estiguem realitzant podrem escollir el més adequat.

Al moment de crear un nou projecte és quan se'ns presentarà una finestra amb les diferents plantilles per cadascun dels llenguatges de programació suportats per el Visual Studio:

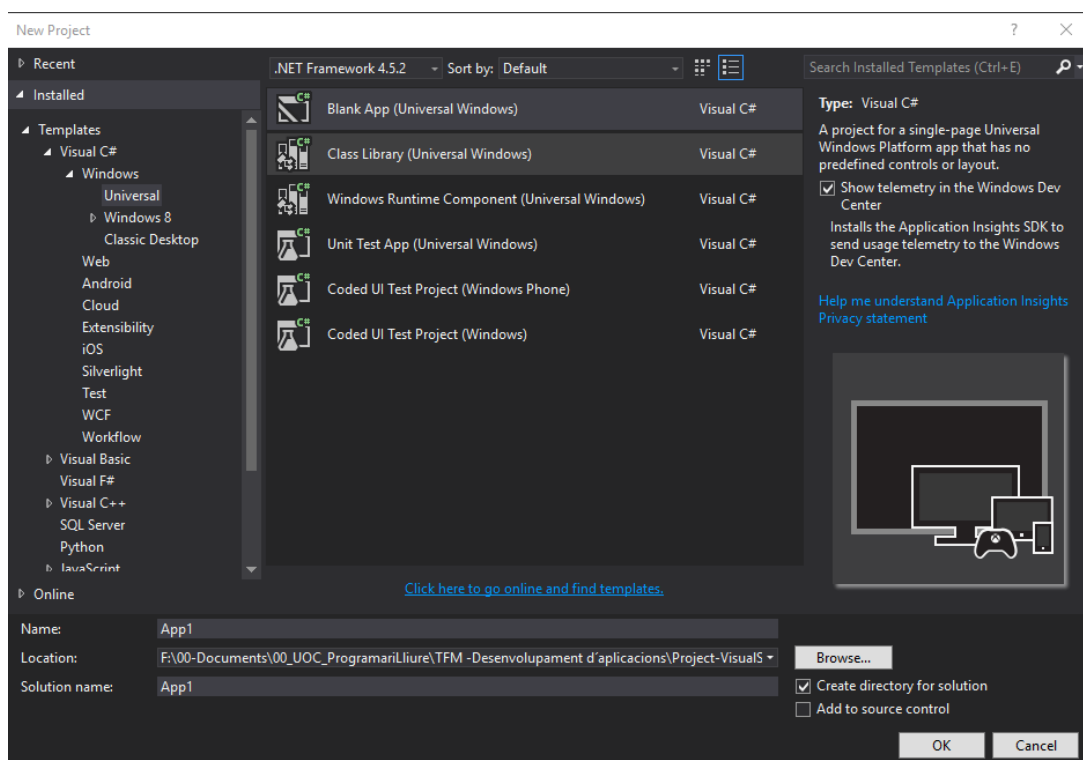


Figura 9: Quadre de diàleg per crear un nou projecte en Visual Studio 2015

Com es pot observar, tenim Visual C# (l'utilitzat en aquest projecte), Visual Basic, Visual C++, Python i JavaScript entre d'altres.

Simuladors

El Visual Studio 2015 incorpora simuladors de dispositius mòbils per tal de poder provar les aplicacions. Ja que les Apps realitzades amb Windows Universal App es poden executar tant en ordinadors de sobretaula com telèfons mòbils i tauletes, és important poder provar els desenvolupaments en tota classe de dispositius.

Apart dels simuladors, podem escollir si volem compilar el projecte per a processadors x86/x64 (generalment PC i algunes tauletes en les versions amb CPU de 32 o 64 bits) o bé ARM (generalment dispositius mòbils) :

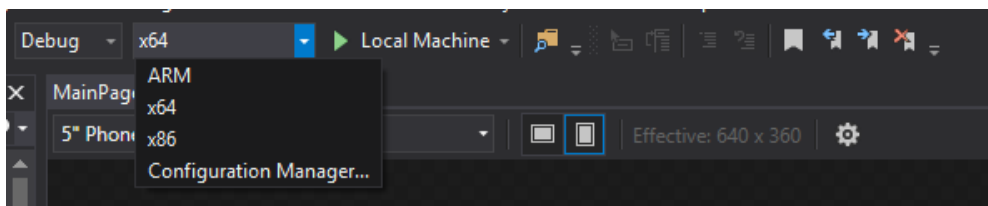


Figura 10: Barra d'opcions de compilació del Visual Studio 2015

Un cop haguem escollit l'arquitectura, podem escollir on executar-ho: a la màquina local, a una màquina remota, a un simulador o a un dispositiu connectat per USB. Hem d'escollir l'arquitectura corresponent al dispositiu al qual ho executarem. S'ha de tenir en compte que els simuladors s'executen utilitzant la virtualització hardware de la CPU de l'equip local, per tant, encara que siguin dispositius mòbils haurem d'escollir una arquitectura x86 o x64.

Els simuladors que incorpora per defecte el Visual Studio són els dispositius més comuns amb sistema operatiu Windows Phone. També es poden descarregar més simuladors d'internet.

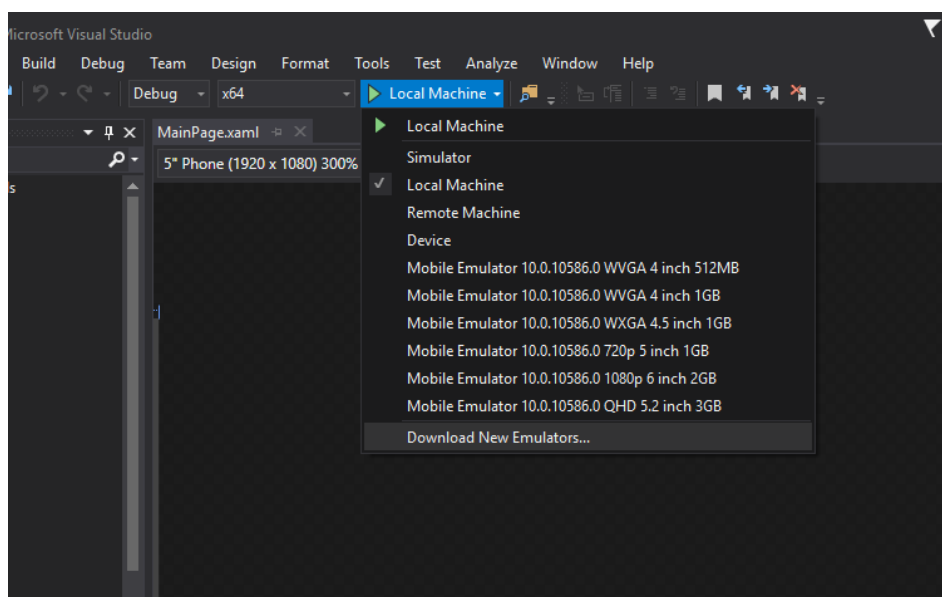


Figura 11: Simuladors del Visual Studio 2015

Dissenyador d'interfícies visual

Per a fer el disseny de les interfícies amb XAML es pot fer picant codi o bé utilitzant el dissenyador d'interfícies incorporat al Visual Studio 2015. El seu funcionament és molt similar a altres dissenyadors d'interfícies de plataformes com Android o iOS.

Aquesta utilitat crea el codi XAML a partir del disseny visual dibuixat gràficament. També funciona de forma inversa, si es modifica el codi XAML es veuen els canvis reflectits al dissenyador.

Disposa d'una caixa d'eines on podem trobar tots els elements necessaris per a poder confeccionar una interfície (per exemple: Button, TextBox, Image, CheckBox, etc.).

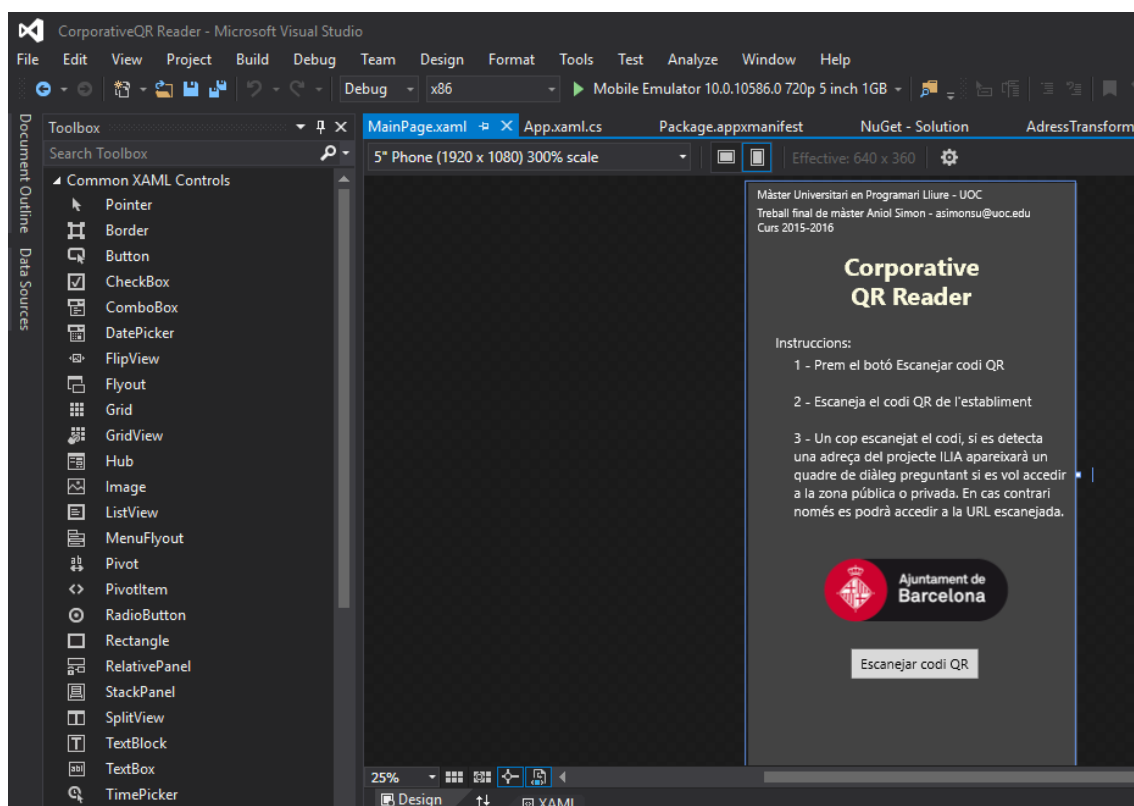


Figura 12: Dissenyador d'interfícies del Visual Studio 2015

Tot hi que la major part de la interfície es pot realitzar a través del dissenyador, a vegades resulta més pràctic modificar directament el codi XAML. Es pot tenir una visualització de doble-finestra on veure el codi XAML i també el resultat en el dissenyador. Al seleccionar un element en qualsevol de les dues finestres, queda seleccionat automàticament a l'altre facilitant molt la modificació del codi.

A part del dissenyador integrat també es pot utilitzar el *Microsoft Blend* per a realitzar interfícies més complexes que incloguin, per exemple, animacions.

Cerca de llibreries externes

Finalment, una característica interessant del Visual Studio és que disposa d'un motor de cerca de llibreries, majoritàriament de codi lliure. Es tracta del sistema NuGet³.

NuGet és un gestor de paquets de software enfocat als desenvolupaments que es fan per les plataformes de Microsoft. Es un sistema gratuït i lliure (sota llicència *Apache License 2.0*⁴). S'incorpora al Visual Studio com una extensió, que ja ve instal·lada per defecte.

El seu funcionament és molt similar als buscadors de *plugins* dels navegadors actuals. Busques una llibreria, la "instal·les" i s'incorpora automàticament al projecte que tinguis obert.

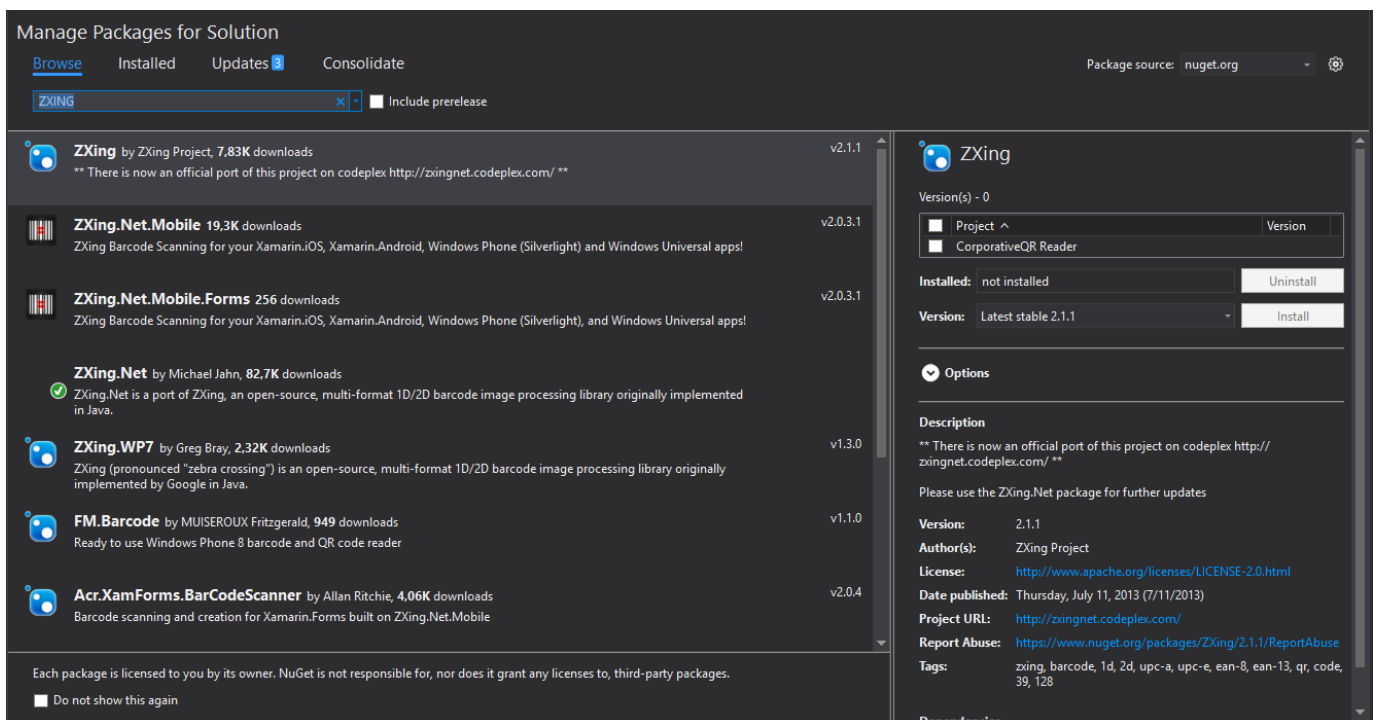


Figura 13: Sistema NuGet del Visual Studio 2015

La plataforma permet instal·lar paquets, crear-ne i publicar-los perquè altres usuaris els puguin descarregar i utilitzar en els seus projectes.

Per a desenvolupar l'App CorporativeQR Reader s'ha utilitzat NuGet per incorporar al projecte el paquet amb la llibreria ZXing.Net (encarregada de fer part de la lectura dels codis QR).

³ Portal web del sistema de paquets NuGet: <https://www.nuget.org/>

⁴ Llicència Apache 2.0: <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

3.3.4 Alternatives a la tecnologia escollida

Tot hi haver escollit la plataforma de Microsoft per realitzar el projecte, tot seguit s'exposen una sèrie de tecnologies també vàlides per a poder resoldre el problema plantejat.

Servidor

- **MySQL:** MySQL es un sistema de gestió de bases de dades relacional sota llicència GPL. És un sistema molt utilitzat i robust. En el projecte es podria fer servir per emmagatzemar i gestionar la informació.
- **PHP:** Es tracta d'un llenguatge de programació sota llicència PHP (llicència de software lliure). És un llenguatge no compilat, sinó interpretat. S'utilitza molt en servidors ja que té un bon rendiment. També està orientat a aplicacions web que requereixen gestionar informació amb una base de dades. En el projecte es podria fer servir per obtenir la informació necessària de la base de dades i enviar-la a l'App.
- **HTTP Apache:** Servidor web. Aquest servidor també open source (llicència Apache 2.0) és molt utilitzat actualment. És tracta d'un servidor molt modular, entre molts altres mòduls tenim el *mod_php*, que ens permetria servir contingut generat per els scripts PHP mencionats en el punt anterior.

Client mòbil

Pel que fa a dispositius mòbils les principals alternatives a Windows són iOS (d'Apple) i Android (de Google).

Si es fes el desenvolupament per iOS:

- **iOS SDK:** SDK proporcionat per Apple per poder desenvolupar aplicacions per a dispositius iOS. Proporciona totes les eines necessàries per fer un desenvolupament.
- **Xcode:** Entorn de desenvolupament proporcionat per Apple per la confecció d'App. S'ha d'utilitzar per a poder crear aplicacions per iOS. És l'equivalent al Visual Studio.
- **Llibreria externa per lectura de codis QR:** S'hauria d'estudiar la necessitat d'alguna llibreria externa (OpenSource) per a la lectura dels codis QR en cas que el propi SDK de la plataforma no ho proporcioni.

En cas que el desenvolupament es realitzi per Android:

- **Android SDK:** SDK proporcionat per Google per al desenvolupament d'apps per aquesta plataforma. Inclou totes les eines necessàries per al desenvolupament de l'App.
- **Android Studio:** Entorn de desenvolupament per a la programació de d'Apps per Android.
- **Llibreria externa per lectura de codis QR:** igual que en iOS, s'ha de determinar la necessitat d'utilitzar una llibreria externa o bé utilitzar les pròpies eines del SDK de Google.

3.4 Anàlisi i disseny del sistema

Com s'ha explicat en el capítol anterior, la metodologia utilitzada per a la realització del projecte és l'Extreme Programming. Aquesta metodologia no contempla una anàlisi prèvia molt extensa abans de començar a programar. Tot hi així, s'han generat uns diagrames UML simples per reflectir de forma esquemàtica el disseny i l'estructura del sistema.

3.4.1 Diagrames de cas d'ús

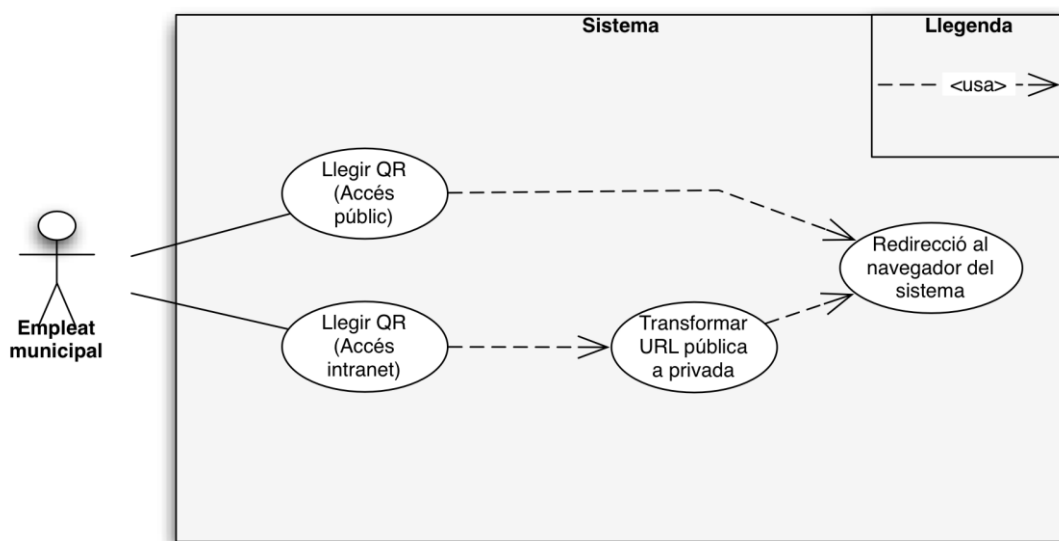


Figura 14: Diagrama de cas d'ús del CorporateQR Reader

Com es pot observar en el diagrama de casos d'ús tenim principalment dues funcionalitats. La primera és un lector de QR estàndard que obté una URL i redirigeix l'usuari cap al navegador del sistema operatiu.

La segona funcionalitat també és un lector QR però que després d'haver llegit la URL li aplica una transformació per convertir-la en la URL equivalent a la intranet. Tot seguit, igual que en el cas anterior, redirigeix l'usuari cap al navegador del sistema.

Nota: Els dispositius actuals de l'ajuntament ja disposen d'un certificat digital (que els serveix per autenticar-se a les xarxes WiFi, formar part del sistema de gestió, etc.). Al tenir aquest certificat el propi navegador del sistema ja podrà fer la autenticació al portal intern de l'ajuntament.

3.4.2 Diagrama de classes conceptual

En el diagrama de classes (en forma d'esquema) podem veure l'estructura que té el codi de l'App:

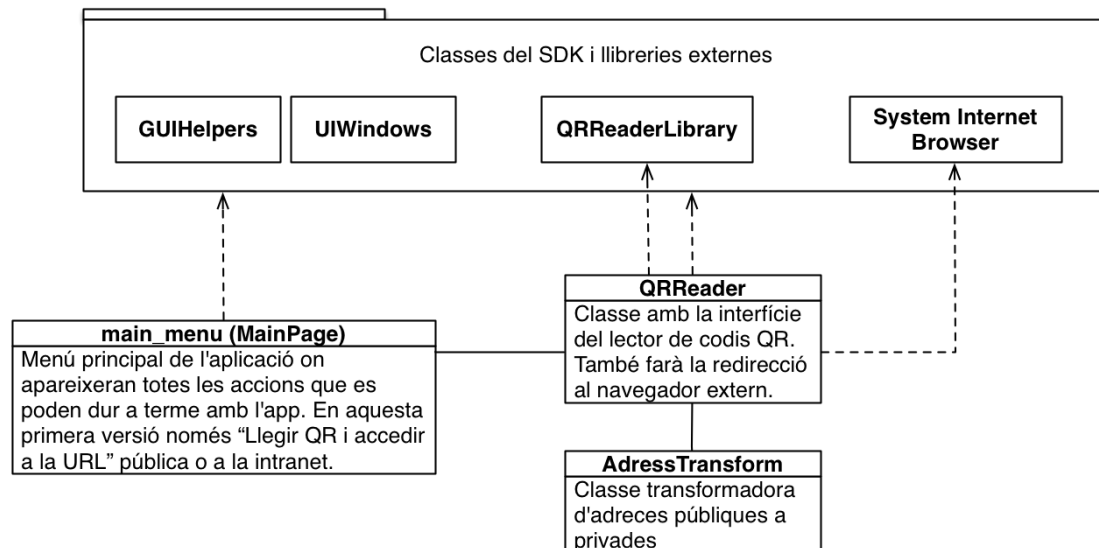


Figura 15: Diagrama de classes del CorporateQR Reader

Principalment tenim una classe menú on hi haurà les diverses funcionalitats de que disposa l'App (inicialment només la de llegir QR per anar a la pàgina pública de la informació o bé a la pàgina privada).

MainPage utilitza QRReader, que es l'encarregada de llegir codis QR. QRReader utilitza l'SDK del sistema per obtenir imatges de la càmera del dispositiu i la llibreria externa ZXing.Net per tal de processar-les i obtenir-ne el contingut del codi QR.

Finalment tenim la classe AdressTransform. Aquesta classe es l'encarregada de fer la transformació de les adreces i retornar-les a QRReader, on es farà la redirecció cap al navegador del sistema.

3.5 Implementació

En els següents apartats s'explica el procediments seguits per a la instal·lació i configuració de l'entorn de desenvolupament i també la configuració del dispositiu de proves, que en aquest cas no es trivial ja que el Windows 10 per a dispositius mòbils encara no ha estat publicat, només hi ha les versions per desenvolupadors.

També s'inclouen detalls de la implementació, com ara l'estructura de fitxers del projecte i informació sobre la llibreria externa utilitzada. No s'inclou el codi font ja que es pot trobar en el fitxer zip que acompanya aquest document.

3.5.1 Configuració entorn de desenvolupament

El primer pas per dur a terme el desenvolupament és instal·lar l'SDK. Per obtenir l'SDK i l'entorn Visual Studio 2015 s'ha d'accedir a la pàgina oficial de Microsoft⁵

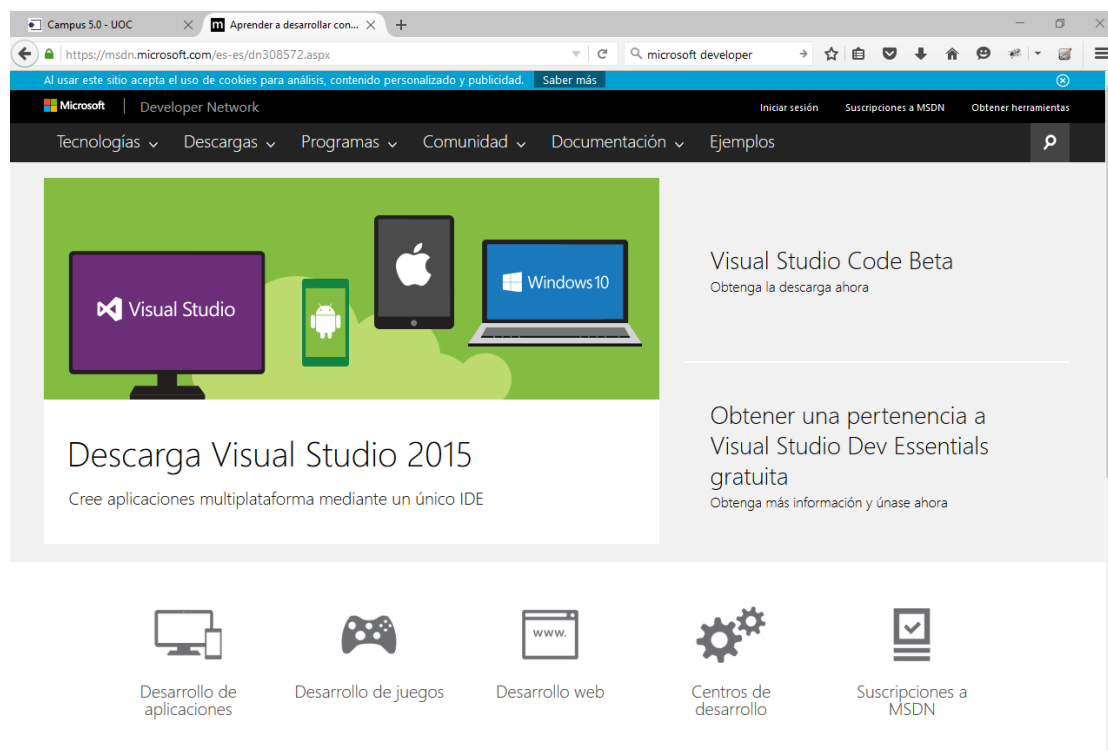


Figura 16: Portal Web del Visual Studio 2015

Seleccionem la versió Community, que és la gratuïta i executem l'instal·lador.

⁵ Descàrrega de Visual Studio: <https://msdn.microsoft.com/es-es/dn308572.aspx>

Un cop a l'instal·lador hem de seleccionar una instal·lació *custom* i afegim els components següents:

- Universal Windows App Development Tools
- Windows 8.1 and Windows Phone 8.0/8.1 Tools

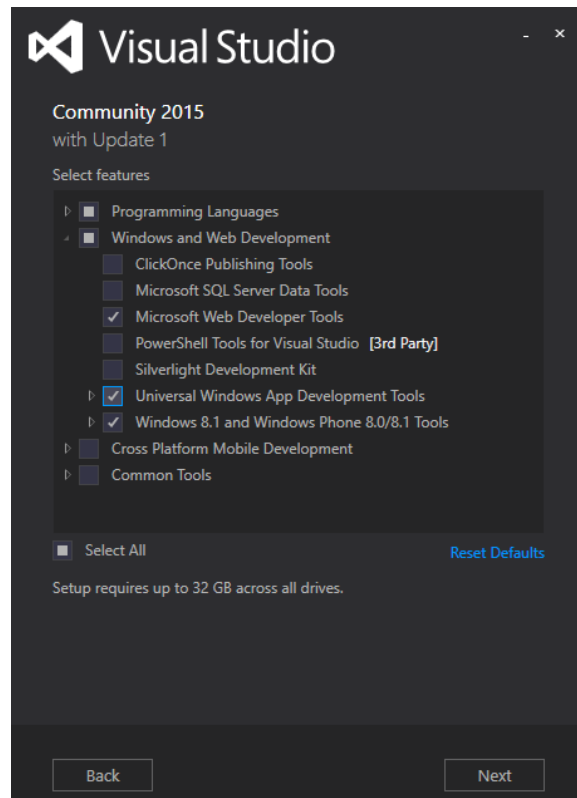


Figura 17: Assistent d'instal·lació del Visual Studio 2015

Continuem i esperem que es completi la instal·lació del software.

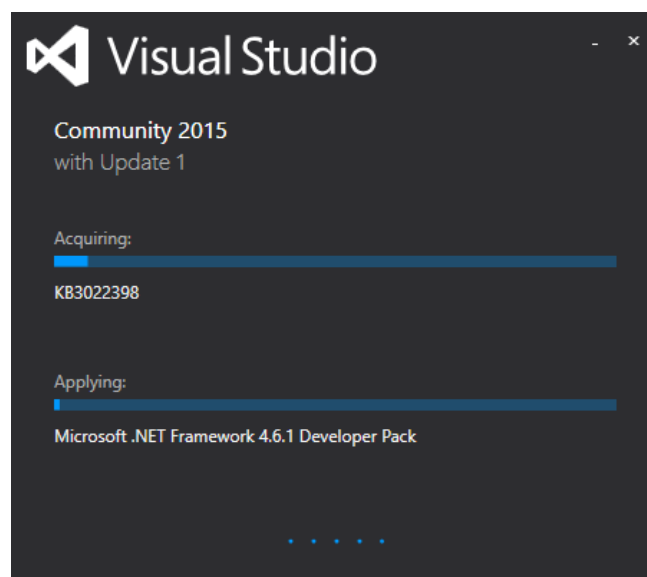


Figura 18: Procés d'instal·lació del Visual Studio 2015

3.5.2 Configuració del dispositiu de desenvolupament/proves

Tot hi que l'entorn de desenvolupament inclou simuladors és molt recomanable utilitzar un dispositiu real per tal de fer les proves. En casos en què es requereixi la càmera (com és en aquest projecte) és gairebé necessari per tal de comprovar el correcte funcionament.

En aquest cas s'ha optat per utilitzar un Microsoft Lumia 640:

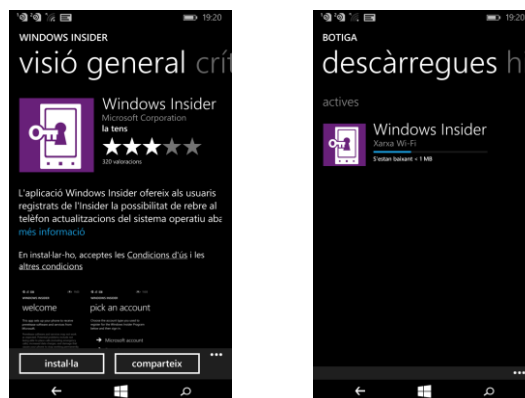


Figura 19: Fotografia del dispositiu de proves: Microsoft Lumia 640

En el moment de confecció d'aquesta memòria, tots els dispositius mòbils venen amb Windows Phone 8.1 i no amb Windows 10, per tant, per poder provar el projecte s'haurà d'actualitzar el dispositiu amb la versió per a desenvolupadors de Windows 10. Tot seguit s'explica el procediment que s'ha seguit.

S'ha seguit la guia oficial⁶ de Microsoft per a realitzar l'actualització. Els passos són senzills:

1. El primer que cal fer és registrar-se al programa **Windows Insider** (aquest programa permet rebre les actualitzacions i versions beta dels productes Microsoft).
2. Un cop completat el registre s'ha de descarregar l'**App Windows Insider** al dispositiu mòbil des de la botiga d'aplicacions:

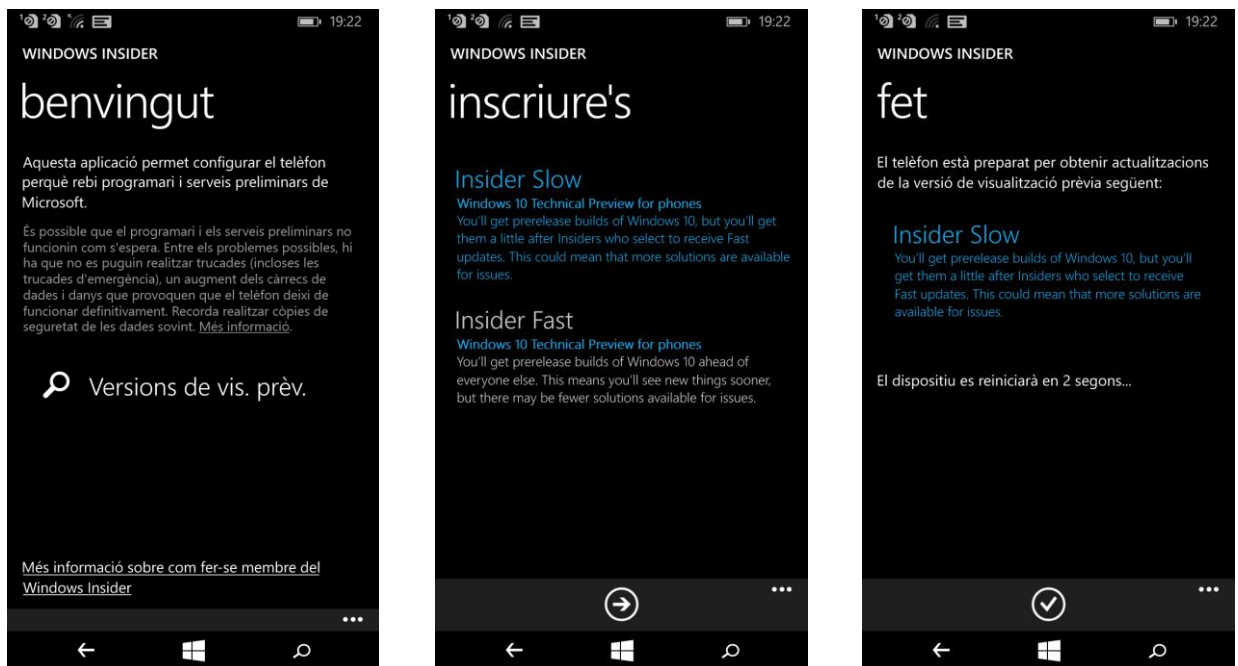


⁶ Guia oficial de Microsoft per actualitzar dispositiu a Windows 10 Developer Preview:
<http://windows.microsoft.com/es-es/windows/preview-download-phone>

3. Un cop tenim l'App Windows Insider Instal·lada l'obrim i accedim a les versions per a desenvolupadors. Tot seguit haurem d'escollir si volem optar per un programa ràpid o un de més lent:
- **Insider Fast:** Es reben les actualitzacions just quan surten. Permet fer proves i veure el que surt el més ràpidament possible però si es produeixen problemes no hi haurà gaire documentació ni solucions proposades per altres usuaris o Microsoft.
 - **Insider Slow:** També es reben les actualitzacions, però en aquest cas, una mica després que els que han escollit el programa ràpid. Això permet que en el moment que es reben les actualitzacions ja hi ha usuaris que les han provat i hi ha més solucions disponibles als problemes que es puguin presentar.

En el nostre cas optem per un programa lent, ja que només ens interessa tenir el sistema operatiu Windows 10 Mobile per a poder realitzar el desenvolupament del projecte.

Escollim la opció Insider Slow i confirmem. El dispositiu es reiniciarà i a partir d'aquest moment començarà a rebre les actualitzacions *preview* (on està inclòs el Windows 10)



4. Ara podem anar a la configuració del telèfon i accedir a l'apartat Actualització del telèfon i veurem el procés de descàrrega de les noves actualitzacions. Un cop finalitzada la descàrrega de les actualitzacions se'ns demanarà si les volem instal·lar. Les instal·lem, i després de reiniciar el dispositiu, ja tindrem el Windows 10 Mobile Technical Preview:



Finalment només ens queda habilitar el mode desenvolupador per tal de poder executar l'app al dispositiu. Per fer-ho anem a la configuració, tot seguit a *Actualització i seguretat* i finalment a *Per a desenvolupadors*. Un cop allà seleccionem l'opció *Mode de desenvolupador*.

Un cop tenim l'entorn de desenvolupament i el dispositiu de proves correctament configurat ja podem procedir amb la creació de l'App CorporateQR Reader. En els següents apartats s'expliquen l'estructura i els detalls de la implementació.

3.5.3 Estructura del projecte Visual Studio

El projecte de Microsoft Visual Studio corresponent a aquesta App disposa dels següents elements. Aquesta estructura permet configurar-lo, afegir-hi llibreries i també és on hi ha el codi font:

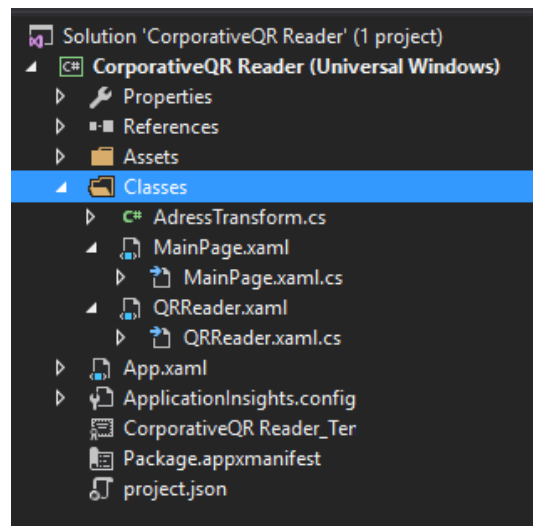
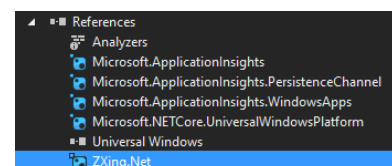


Figura 20: Fitxers del projecte de Visual Studio 2015

Els elements més importants del llistat són els següents:

- **Properties:** Aquí es poden definir configuracions específiques del projecte.
- **References:** Aquí és on importarem les llibreries externes al projecte. Si utilitzem el NuGet (explicat a l'apartat *Entorn de desenvolupament*) s'afegiran aquí automàticament. En aquest projecte podem trobar-hi la llibreria ZXing.Net, entre d'altres pròpies del Visual Studio.
- **Carpeta Assets:** Aquesta carpeta conté tots els recursos gràfics que utilitza l'App. Des dels icones per a les botigues i menús, fins a tot els fons de pantalla i elements de cadascuna de les finestres.
- **Carpeta Classes:** Aquesta carpeta no ve per defecte amb el projecte. S'ha creat per mantenir una estructura més organitzada. Aquí és on s'han col·locat totes les classes pròpies del projecte.



- **App.xaml i App.xaml.cs:** Aquesta classe, formada per el fitxer d'interfície *.xaml* i el seu corresponent codi *.xaml.cs*, és l'encarregada de fer la inicialització de l'App i obrir la primera finestra. També és on podem posar el codi que volem que s'executi al posar l'App en background, quan es torni al foreground, al iniciar l'app, etc.
- **Package.appxmanifest:** En aquest fitxer és on s'ha de posar tota la configuració de l'App. El nom, idioma, orientacions suportades, etc.:

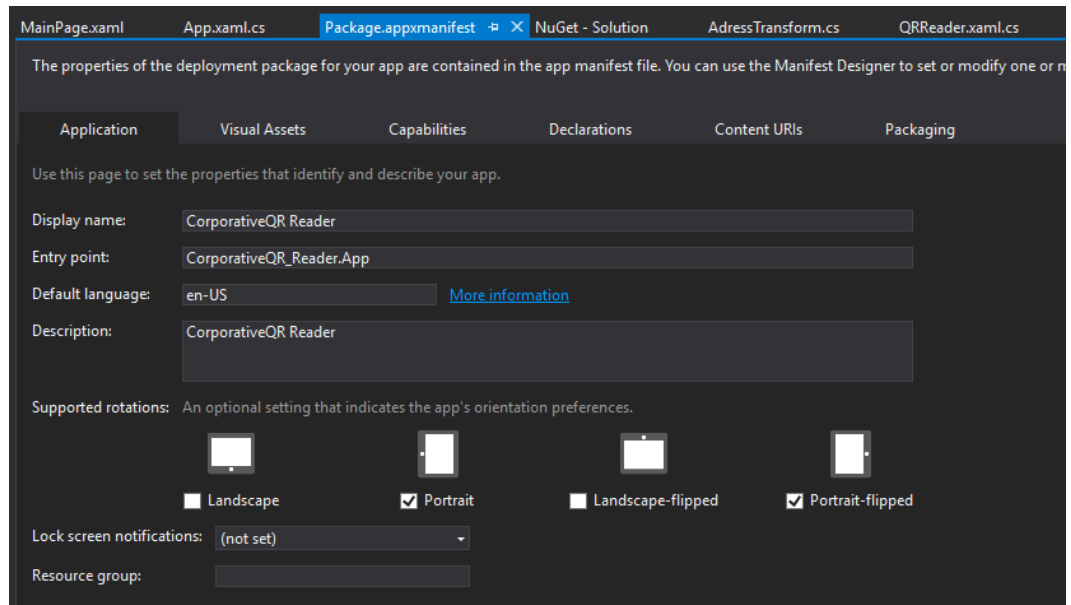


Figura 21: Editor de Package.appxmanifest

També és on definirem tota la col·lecció d'icones per l'app. S'han de definir icones de moltes mides diferents per a tots els llocs on poden aparèixer (botiga, meu principal d'un dispositiu mòbil, menú inici d'un PC, etc.). Cada icona s'ha d'importar amb les mides exactes, el Visual Studio 2015 no fa cap mena de redimensionat automàtic (això permet definir icones amb dissenys diferents segons la seva mida):

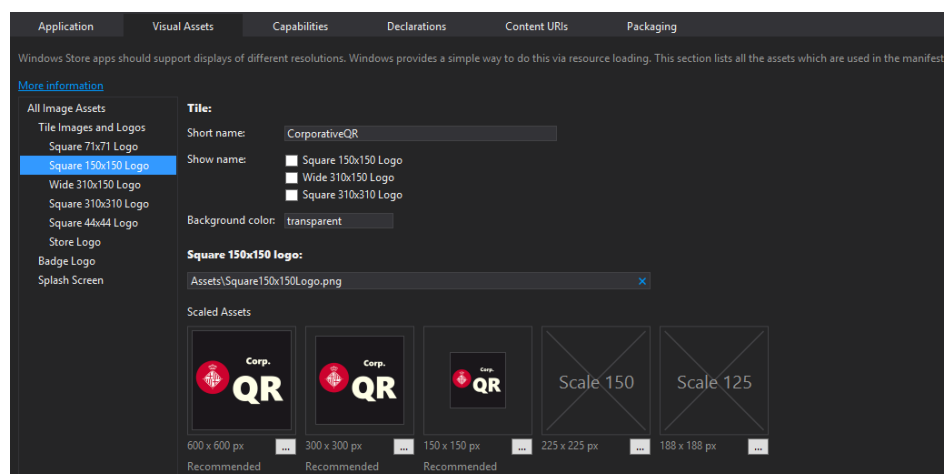


Figura 22: Configuració d'icones del projecte de Visual Studio 2015

3.5.4 Fitxers propis del CorporativeQR Reader

El projecte CorporativeQR Reader està format per tres classes i una llibreria externa (apart dels fitxers propis d'un projecte de Visual Studio).

Les classes són les següents:

- **MainPage (main_menu):** MainPage.xaml i MainPage.xaml.cs
- **QRReader:** QRReader.xaml i QRReader.xaml.cs
- **AdresTransform:** AdresTransform.cs

Com s'ha comentat anteriorment les classes que disposen d'interfície gràfica estan formades per dos fitxers. Un fitxer de codi escrit en C# (*.xaml.cs) i un fitxer de interfície amb XAML (*.xaml). En canvi, les classes que només contenen lògica tenen un sol C# (*.cs).

La manera que te el Visual Studio de representar una classe formada per dos fitxers és la següent:

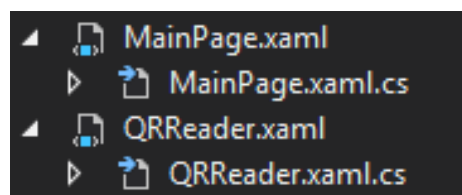


Figura 23: Representació dels fitxers de les classes al Visual Studio 2015

Tracta els fitxers d'interfície com una mena de "carpeta" que conté el fitxer de codi font que té associat. Això és una representació per mantenir una organització i simplificar la navegació dins el projecte. Si mirem el sistema de fitxers veiem que realment són dos arxius independents:

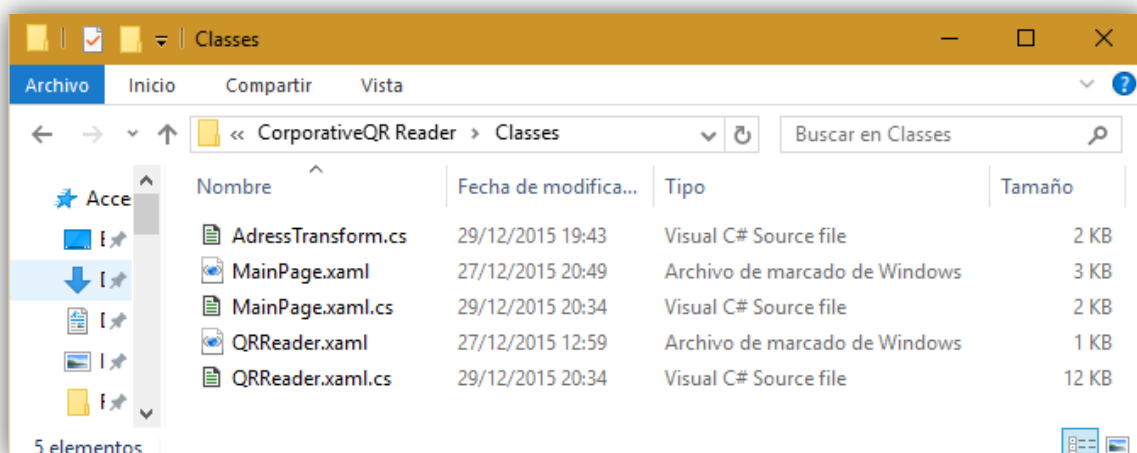


Figura 24: Carpeta del codi font al sistema de fitxers

Modificació del codi per a establir les URLs corporatives del sistema ILIA

Les URLs que l'App detecta com a pròpies del sistema ILIA es poden modificar. Això es necessari ja que l'App desenvolupada en aquest treball només es part del sistema ILIA. Quan des de l'Institut Municipal d'Informàtica es desenvolupin els webservices han de poder modificar les URL de forma simple al codi de l'App.

Per fer-ho només cal modificar el fitxer *AdressTransform.cs*. En el propi fitxer trobem com a paràmetres les plantilles de l'adreça original i també la de l'adreça privada, que és la que genera l'App a partir de la original. Només cal modificar el valors d'inicialització d'aquests dos paràmetres:

```
class AdressTransform
{
    //Paràmetres que permeten defnir les adreces del sistema.
    string originalUrlTemplate = "http://www.bcn.cat/establiment?"; //Plantilla d'adreça original
    string privateUrlTemplate = "http://ajuntament.bcn/ilia/estabilemnt?"; //Plantilla d'adreça privada
}
```

Figura 25: Fragment de codi de la classe *AdressTransform* on trobem les plantilles de les URLs del sistema ILIA

3.5.5 Llibreria ZXing.Net

Per a la realització del projecte s'ha utilitzat una llibreria externa per fer detecció i lectura de codis QR provinents de la càmera del dispositiu. La classe del projecte QRReader proporciona les imatges a la llibreria i aquesta li respon amb el contingut del codi QR, en cas que n'hi hagi algun i s'hagi pogut llegir.

La llibreria ZXing.Net⁷ és capaç de descodificar diversos formats de codis (codis QR, codis de barres, etc.) provinents d'imatges. És un port de la llibreria ZXing originalment implementada en JAVA.

Aquest port és compatible amb projectes .NET i Windows Phone, i també, tot hi que no ho especifiquen explícitament, funciona amb aplicacions per a Windows Universal App.

Es una llibreria de codi lliure publicada sota llicència Apache 2.0⁸. Està allotjada a CodePlex i també forma part del repositori de paquets NuGet del Microsoft Visual Studio.

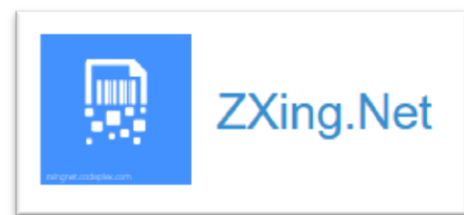


Figura 26: Logotip de la llibreria ZXing.Net

Al portal web de ZXing.Net hi ha informació sobre el seu funcionament. Amb el codi font⁹ s'inclouen exemples de d'ús. La seva utilització és molt senzilla, el procediment és el següent:

- Inicialitzar un objecte de tipus *BarcodeReader* propi de la llibreria.
- Aconseguir de la càmera del dispositiu una imatge amb format *bitmap* que la llibreria pot interpretar i buscar-hi codis QR.
- Passar la imatge al *BarcodeReader*.
- Si ha trobat un codi i l'ha pogut descodificar ens retornarà el contingut del codi, en cas contrari retornarà un objecte *null*.

Al fitxer *QRReader.xaml.cs*, en forma de comentaris, hi ha l'explicació d'aquest procés aplicat a l'App CorporativeQR Reader.

⁷ Portal web de ZXing.net: <http://zxingnet.codeplex.com/>

⁸ Llicència ZXing.net: <http://zxingnet.codeplex.com/license>

⁹ Codi font de la llibreria ZXing.net: <http://zxingnet.codeplex.com/SourceControl/latest>

Capítol 4: Resultats

En aquest apartat es mostrarà el funcionament de l'App. En primer lloc es llegirà un codi QR del sistema ILIA i veurem que podem accedir tant a la zona pública com privada (s'ha de tenir en compte que les URL encara no existeixen, però podem comprovar que ens posa l'adreça correcte al navegador). Després farem la prova de llegir un codi QR que contindrà un URL externa al sistema ILIA i també comprovarem que podem accedir-hi.

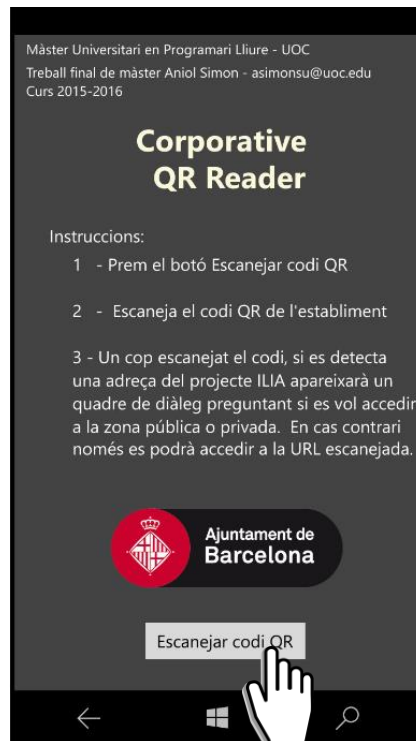
4.1 Lectura d'una URL del sistema ILIA

S'ha generat un codi QR amb l'adreça: <http://www.bcn.cat/establiment?45> per a fer la prova. Els passos a seguir són els següents:

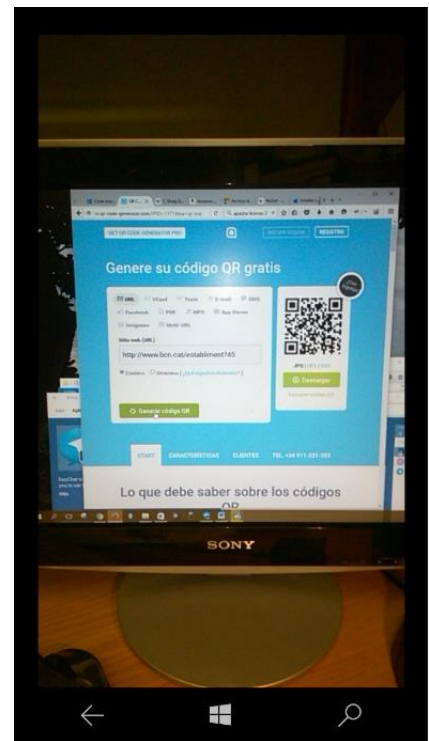
1. Obrim l'App des del menú principal del dispositiu:



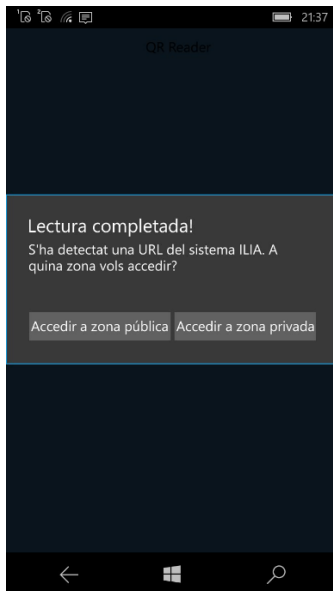
2. En el menú principal ens apareix una explicació sobre el funcionament de l'App. Premem el botó "Escanejar codi QR":



3. Escanegem el codi:



4. Ens apareix un missatge informant que s'ha llegit un codi del sistema ILIA i ens demana si volem accedir a la zona pública o a la privada:
5. Si accedim a la zona pública ens redirigeix al navegador amb l'adreça que ha llegit al QR, sense transformar-la:
6. Si accedim a la zona privada, es fa la transformació d'adreces i tot seguit ens redirigeix al navegador amb l'adreça privada:



Nota: s'ha de tenir en compte que les adreces d'ILIA encara no estan disponibles ja que no formen part d'aquest treball.



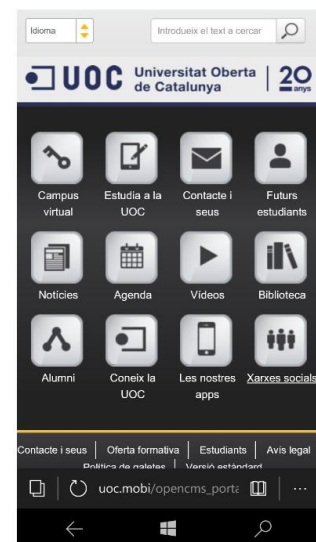
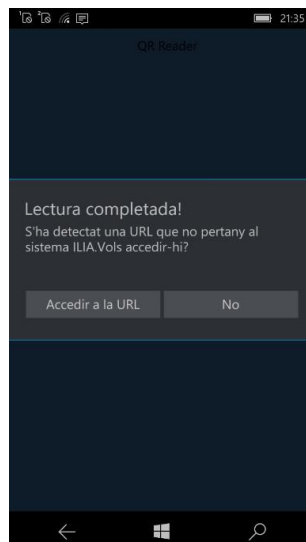
Nota: s'ha de tenir en compte que les adreces d'ILIA encara no estan disponibles ja que no formen part d'aquest treball. L'important és la redirecció que fa l'App mantenint el paràmetre a la URL.

4.2 Lectura d'una URL externa al sistema ILIA

En aquest cas farem el mateix però llegint un codi QR que conté l'adreça de la UOC:

<http://www.uoc.edu>

1. Llegim el codi QR prement el botó "Llegir codi QR" i escanejant el codi:
2. Ens apareix un missatge informant que la URL escanejada no pertany a ILIA:
3. Premem "Accedir a URL" i veiem que ens porta a la URL continguda en el codi QR:



Capítol 5: Conclusions

En aquest capítol es reflecteixen les conclusions que s'han pogut extreure després de finalitzar totes les fases del projecte. En primer lloc s'exposaran les conclusions relacionant-les amb els objectius, tot seguit una valoració personal del treball, els coneixements adquirits al realitzar-lo i finalment propostes de treball futur, és a dir, possibles ampliacions que es poden implementar a l'App.

5.1 Conclusions en relació als objectius

Pel que fa als objectius, es pot afirmar que s'han pogut complir. Tot seguit s'exposarà per cadascun dels objectius del projecte les tasques que s'han realitzat i la conclusió corresponent:

El primer objectiu era l'estudi de les propostes de disseny del sistema ILIA que havia generat l'Institut Municipal d'Informàtica. S'han analitzat cadascuna de les propostes i se n'ha fet la valoració corresponent, tenint en compte els seus principals avantatges i inconvenients.

El segon objectiu era determinar quina de les propostes era la millor o més factible per implementar el sistema. Després de fer l'anàlisi, s'ha determinat que la millor proposta a realitzar era la que preveia desenvolupar una App pròpia per als dispositius dels treballadors municipals. El motiu principal d'aquesta decisió és que es tracta de l'opció que permet més escalabilitat (ja que l'App es podrà ampliar amb més funcionalitats tal com s'indica en l'apartat *Treball futur*).

Finalment, el tercer objectiu era fer l'anàlisi, disseny i implementació de part del sistema ILIA. S'ha desenvolupat una primera versió de l'App per als dispositius dels treballadors municipals sobre la plataforma Windows Universal App (ja que els dispositius corporatius de l'Ajuntament de Barcelona utilitzen Windows com a sistema operatiu). S'ha pogut implementar una App senzilla capaç de llegir codis QR, transformar l'adreça llegida i redirigir l'usuari cap a la zona pública o privada.

En resum, es pot dir que s'han pogut complir els objectius plantejats a l'inici del projecte.

5.2 Valoració personal

Com a valoració personal considero que aquest projecte és l'inici d'un sistema, que un cop acabat, pot ser molt útil per els ciutadans, turistes i treballadors municipals de la ciutat de Barcelona.

Pel que fa a la informació privada, el fet de poder obtenir tota la informació en temps real, sobre el terreny i de forma simple de cada establiment o monument pot facilitar molt les tasques dels treballadors municipals.

La informació pública també pot ser útil per informar els turistes, o els propis ciutadans que tinguin curiositat de conèixer més bé la seva ciutat.

A un nivell més personal, estic satisfet d'haver pogut col·laborar en un projecte que acabarà sent una realitat a la ciutat de Barcelona.

5.3 Coneixements adquirits

Durant la realització del projecte, tant en les fases de anàlisi com en les d'implementació he adquirit coneixements.

El més destacable és la possibilitat d'introduir-me en el sistema de desenvolupament d'aplicacions de Microsoft. Mai havia utilitzat el Visual Studio ni havia fet cap mena de desenvolupament en C#. La realització d'aquest projecte m'ha permès fer una App senzilla amb aquesta plataforma i entendre el seu funcionament (almenys el funcionament bàsic). Tot hi no ser una plataforma exclusivament de software lliure, s'utilitza molt actualment i els projectes realitzats amb ella sí que poden ser alliberats sota una llicència lliure.

Durant el màster he anat escollint assignatures relacionades més amb l'administració de sistemes, aplicacions web, xarxes i bases de dades. Vaig escollir aquest projecte perquè era un sistema real i aplicable i em va semblar interessant. De totes maneres si que hi he pogut aplicar coneixements d'assignatures que he cursat, com ara *Enginyaria del programari en entorns de programari lliure* per tot el referent als repositoris on he consultat documentació i d'on he obtingut la llibreria utilitzada per fer part de la lectura dels codis QR.

A part d'això, el màster, amb les primeres assignatures d'introducció al programari lliure, m'ha ajudat a ser més conscient de la importància de la llicència de cada software o llibreria utilitzada. També he après a entendre i analitzar les diferents llicències de programari lliure.

5.4 Treball futur

Un dels principals motius per optar per la opció de realitzar una App específica per a la lectura dels QR és que això permet tenir una gran escalabilitat. Aquesta App en un futur es pot completar afegint-hi funcionalitats extres per al treballador municipal o l'Ajuntament. Tot seguit s'exposen alguns exemples d'aquestes ampliacions.

5.4.1 Llistat de tots els monuments/establiments amb buscador

Es tracta de crear un llistat amb tots els monuments/establiments per tal de que el treballador pugui accedir de forma ràpida i còmode tant a la informació pública com privada sense haver d'anar a buscar i llegir el codi QR de cadascun d'ells. Aquest llistat pot incloure un buscador per facilitar la localització dels monuments/establiments.

5.4.2 Visualització sobre mapa

Es tracta de poder mostra tots els establiments/monuments disponibles sobre un mapa. Al mapa s'hi podria accedir des de la llista anomenada en el punt anterior o bé després de fer la lectura del codi QR.

5.4.3 Navegació

Relacionat amb l'ampliació anterior, es tractaria de poder obtenir indicacions de sobre com arribar al monument/establiment seleccionat a la llista o sobre mapa. Aquesta funcionalitat es podria implementar fent servir els propis serveis de navegació de la plataforma Windows, utilitzant Google Maps o bé implementant un sistema propi.



Figura 27: Imatge d'exemple de navegador per a Windows

5.4.4 Planificació de rutes

A part de la navegació cap a un punt de destí. Seria interessant poder planificar una ruta per diferents establiments i que l'App et proporcionï el camí i l'ordre més òptim per fer la visita a tots els punts desitjats. Aquesta funcionalitat podria ser molt útil en el cas que s'hagin de fer inspeccions o visitar molts dels establiments/monuments per fer qualsevol tipus de gestió.

5.4.5 Notificacions push

Afegir un sistema de notificacions per poder informar al treballador municipal d'esdeveniments que puguin ajudar-lo a realitzar la seva tasca. Informar que s'han afegit punts d'interès, que s'ha produït algun error o que s'ha de dirigir cap a algun dels punts en concret.

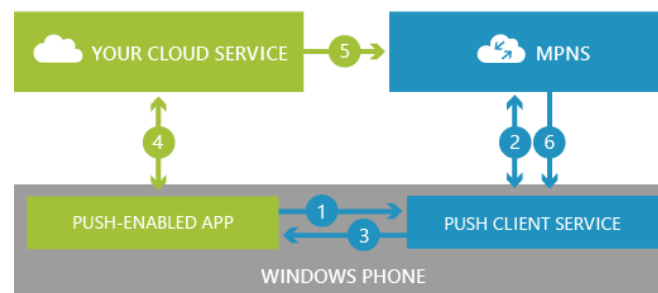


Figura 28: Esquema de funcionament de les notificacions push

5.4.6 Seguiment GPS dels treballadors municipals

Es podria implementar un sistema en que l'App anés enviant la posició dels diferents treballadors municipals a un servidor (sempre demanant-ne autorització prèvia). Es podria implementar un mapa interactiu on els treballadors municipals puguin veure on es troben els altres i així repartir-se millor les rutes a realitzar.

Aquest conjunt de millores o ampliacions són propostes que l'empresa estudiarà i decidirà si vol implementar en el futur. Aquest projecte es limita a la funcionalitat bàsica de l'App (la lectura de QR i redirecció) i a fer propostes per possibles ampliacions.

Capítol 6: Referències

Informació sobre la tecnologia utilitzada:

stackoverflow.com - Visual C++ versus Visual C#

<http://stackoverflow.com/questions/1981547/visual-c-versus-visual-c-sharp-which-is-the-best-to-learn>

Windowsphone.com - "Take screenshots with my Windows Phone | Windows Phone How-to (United States)"

<http://www.windowsphone.com/en-us/how-to/wp8/photos/take-a-screenshot>

Wikipedia.org - "Microsoft Visual C Sharp"

https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_C_Sharp

Wikipedia.org - "C Sharp (programming language)"

https://en.wikipedia.org/wiki/C_Sharp_%28programming_language%29

Wikipedia.org - "Extensible Application Markup Language"

https://en.wikipedia.org/wiki/Extensible_Application_Markup_Language

Wikipedia.org - "NuGet"

<https://en.wikipedia.org/wiki/NuGet>

Informació sobre desenvolupament en Windows Phone i C#:

msdn.microsoft.com - "Crear una aplicació "Hello, world" (XAML) - Windows app development"

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/windows/apps/dn765018.aspx>

msdn.microsoft.com - "Mostrar varias vistas de una aplicació - Windows app development"

<https://msdn.microsoft.com/es-es/library/windows/apps/xaml/mt622742.aspx>

msdn.microsoft.com - "String.Replace Method (String, String) (System)"

<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/fk49wtc1%28v=vs.110%29.aspx?cs-save-lang=1&cs-lang=csharp#code-snippet-2>

wintellect.com - "Handling the Back Button in Windows 10 UWP Apps"

<http://www.wintellect.com/devcenter/jprosize/handling-the-back-button-in-windows-10-uwp-apps>

tutorialspoint.com - "C# - Classes"

http://www.tutorialspoint.com/csharp/csharp_classes.htm

C-sharpcorner.com - "Creating A Barcode And QR Code Scanner For Windows Phone 8.1 RT"

<http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/7078b8/creating-a-barcode-and-qr-code-scanner-for-windows-phone-8-1>

stackoverflow.com - "Writing to output window of Visual Studio?"

<http://stackoverflow.com/questions/9466838/writing-to-output-window-of-visual-studio>

stackoverflow.com - "Windows Universal App Open webbrowser with link"

<http://stackoverflow.com/questions/32935247/windows-universal-app-open-webbrowser-with-link>

Capítol 7: Llicència

GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be

designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.

- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements".

6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this

License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

"Incorporate" means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is "eligible for relicensing" if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.