

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

<p>IL PROGETTISTA c.s.i.a. Prof. Ing. Lorenzo Domenichini Ordine Ingegneri di Roma N° 9585 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	---

<p><i>Unità Funzionale</i> GENERALE <i>Tipo di sistema</i> TECNICO <i>Raggruppamento di opere/attività</i> Manuale di esercizio e gestione delle emergenze <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> Generale <i>Titolo del documento</i> Architettura per il Sistema di Infomobilità</p>	<p>GE0304_F0</p>
---	------------------

CODICE	C	G	3	4	0	0	P	E	X	D	G	T	C	M	7	G	0	0	0	0	0	0	0	1	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	R. Mambrini	L. Costalli	L. Domenichini

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

INDICE

INDICE	2
1 Obiettivo dello studio	4
2 Documenti di riferimento	4
3 Glossario	5
4 Architettura per la pubblicazione delle informazioni in rete con gestione centralizzata dei dati 10	
5 Architettura per la pubblicazione delle informazioni in rete con gestione distribuita dei dati ...	12
6 Architetture per la pubblicazione di informazioni in rete con gestione centralizzata e distribuita dei dati a confronto	17
7 Sistema di Infomobilità per il “Sistema Opera di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e suoi collegamenti”	20
7.1 Middleware di comunicazione per l’integrazione di informazioni eterogenee	22
7.2 ‘Super Control Room’	26
7.2.1 Realizzazione della ‘Super Control Room’	26
7.2.2 End user e Servizi	27

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Architettura di un sistema di Infomobilità per il “Sistema Opera di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e suoi collegamenti”

1 Obiettivo dello studio

L'obiettivo del presente documento è quello di definire un'architettura per un sistema di Infomobilità per il “Sistema Opera di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e suoi collegamenti”.

Saranno per prima cosa descritte due differenti tipologie di architetture per la pubblicazione delle informazioni in rete e l'esportazione di servizi, una basata su una gestione centralizzata, l'altra su una gestione distribuita dei dati, allo scopo di descrivere le tecnologie che è possibile utilizzare nei sistemi di infomobilità e motivare le scelte tecniche effettuate a seguire.

Sarà quindi contestualizzato lo scenario nel quale si andrà ad operare, il “Sistema Opera di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e suoi collegamenti”, un sistema molto complesso composto di molti sottosistemi, ciascuno con la propria sorgente di informazioni, la propria banca dati, la propria tipologia di end user e relativa control room per la fruizione dei servizi.

Infine, allo scopo di permettere una totale integrazione e interoperabilità di tali sottosistemi, sarà proposta una soluzione tecnica con le seguenti finalità:

- Definire un middleware di comunicazione che permetta l'integrazione delle informazioni eterogenee, relative a DBMS diversi e gestite da attori differenti;
- Definire una 'super control room' che sia gerarchicamente di livello superiore a tutte le altre control room a cui fanno riferimento i diversi gestori delle informazioni dei sottosistemi.

2 Documenti di riferimento

[0] Andreini F., Crisciani F., Cicconetti C., Mambrini R., “Context-Aware Location in the Internet of Things”, International Workshop on Seamless Wireless Mobility, IEEE Globecom, Miami 2010.

[1] UNI EN ISO 9241-110 Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Parte 110: Principi dialogici ottobre 06

[2] UNI EN ISO 9241-151 Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Parte 151: Guida relativa alle interfacce dell'utente della rete novembre 08

[3] UNI EN ISO 9241-171 Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Parte 171: Guida sull'accessibilità dei software dicembre 08

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

3 Glossario

Acronimo	Significato	Descrizione
-	802.15.4	Standard IEEE che definisce i livelli PHY e MAC di un protocollo di comunicazione short range, tipicamente usato per le WPAN.
-	Access Point/ Access Network	Punto di accesso alla rete. Un Access Point è tipicamente un dispositivo elettronico hardware/software che permette connessione di tipo wired/wireless.
API	Application Program Interface	Insieme di regole e specifiche che definiscono l'interfaccia a comune tra applicazioni software permettendo la loro integrazione, collaborazione e interoperabilità.
App	Application Software	Applicazione software che permette agli end user di effettuare specifiche operazioni, tipicamente installata su un qualsiasi dispositivo con capacità di elaborazione, es. palmare.
AVM	Automatic Vehicle Monitoring	Il Sistema AVM consente il monitoraggio dei veicoli di trasporto pubblico oppure di trasporto merci.
-	Centro Servizi	Basato un DBMS per la raccolta dei dati raccolti sul campo e successivamente elaborati, permette l'esportazione di servizi verso gli end user, fornendo un adeguato supporto alle decisioni, per mezzo di App sviluppate secondo i canoni fondamentali dell'ergonomia.
-	Content centric	Architettura di rete incentrata sul contenuto, che permette all'utente di preoccuparsi solo dei dati e non della loro locazione.
-	Coordinator/Concentrator	Nodo sensore 'coordinatore' all'interno di una WSN. La rete è tipicamente organizzata in sottogruppi di sensori che fanno capo ai nodi

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		coordinatori (altrimenti detti anche concentratori).
-	Context Aware	Consapevole del contesto, ovvero che tiene conto dell'ambiente, riferito in particolar modo ai dispositivi in rete.
COTS	Commercial Off-The-Shelf	Componenti hardware e/o software disponibili sul mercato per l'acquisto da parte di aziende interessate a integrarli/utilizzarli nei loro progetti/prodotti.
-	Dati RAW	Dati grezzi, non elaborati.
DB	Data Base	Banca Dati, tipicamente di tipo relazionale, dove i dati sono organizzati in tabelle accessibili tramite apposite richieste (query) al fine di recuperare le informazioni contenute.
DBMS	Data Base Management System	<p>Sistema di gestione dei dati che garantisce un livello di sicurezza ai dati, permettendone una condivisione sicura ed affidabile.</p> <p>Si frappone fra l'utente e i dati del Data Base, l'utente non ha accesso diretto ai dati memorizzati fisicamente, ma solo a una loro rappresentazione logica.</p> <p>E' permesso l'accesso ai dati a più utenti contemporaneamente, grazie alla creazione di più rappresentazioni logiche dei dati stessi, riducendone la ridondanza e l'inconsistenza.</p> <p>Il sistema inoltre gestisce i permessi, così ciascun utente a seconda delle proprie autorizzazioni potrà leggere, scrivere, modificare o eliminare dati.</p> <p>L'integrità dei dati è assicurata grazie a procedure di ripristino delle banche dati in caso di malfunzionamenti hardware o software.</p>
DHT	Distributed Hash Table	Sistema decentralizzato che distribuisce

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011



		<p>l'appartenenza di un set di chiavi tra i nodi partecipanti della rete e inoltra in maniera efficiente i messaggi all'unico proprietario di una determinata chiave.</p> <p>Le DHT sono tipicamente progettate per gestire reti con un vasto numero di nodi variabili dinamicamente. Questo tipo di infrastruttura può essere utilizzata per implementare servizi più complessi, es. file system distribuiti, sistemi P2P per la condivisione dei files etc.</p>
DNS	Domain Name server	Sistema utilizzato per la risoluzione dei nomi dei nodi della rete in indirizzi IP e viceversa.
-	End User	Utenti finali.
-	Flusso Veicolare	Quantità di veicoli che attraversano una sezione nell'unità di tempo, ovvero in un periodo specificato, es. in 1 mese o 1 anno.
-	Host Centric	Incentrato sull'host, ovvero sul nodo della rete.
H2H	Human-to-Human	Paradigma di comunicazione tra persone in rete.
H2M	Human-to-Machine	Paradigma di comunicazione tra persona e oggetto, ovvero un qualsiasi dispositivo dotato di modulo per la comunicazione e accesso alla rete.
ID	Identifier/Identificatore	Nome del nodo in rete.
IoT	Internet Of Things	La rete del futuro, che prevede che tutti gli oggetti del mondo reale siano in rete opportunamente dotati di moduli per la comunicazione e l'accesso alla rete.
ISO/OSI	International Organizational Standardization / Open Systems Interconnection	Standard che definisce un'architettura a strati (altrimenti detta pila o stack) per i protocolli di comunicazione. Gli strati (o layers) principali previsti sono 7, dal fisico all'applicativo.
-	Locator/Locatore	Definisce la posizione del nodo in rete.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

-	Locatore Esteso	Rispetto al semplice locatore, contiene anche informazioni di tipo context aware.
M2M	Machine-to-Machine	Paradigma di comunicazione tra dispositivi in rete dotati di modulo per la comunicazione.
MAC	Medium Access Control	Secondo Layer ISO/OSI che definisce la politica di accesso al mezzo fisico di comunicazione.
-	Matrice O/D	La matrice Origine – Destinazione indica le percorrenze in termini di viaggi effettuati tra le zone di Origine e le zone di Destinazione.
-	Middleware	Strato hardware/software che funge da intermediario tra diversi sistemi hardware/software tipicamente eterogenei e ne permette l'integrazione. Spesso utilizzato come supporto per sistemi distribuiti complessi, composti di altri sottosistemi eterogenei, in architetture orientate al servizio.
-	Overlay (Networking)	Sovrastruttura. Tipicamente una rete costruita sopra un'altra rete.
P2P	Peer-to-Peer	<p>Rete paritaria, ad es. di computer, che non possiede nodi gerarchizzati come client o server fissi, ma un numero di nodi equivalenti (peer) che fungono sia da client che da server verso gli altri nodi della rete.</p> <p>Qualsiasi nodo è in grado di avviare o completare una transazione in termini di servizio.</p> <p>Questo modello di rete è contrapposto alla classica architettura client-server.</p>
PHY	Physical Layer	Primo Layer ISO/OSI basato sulle caratteristiche del mezzo fisico di comunicazione.
-	Seamless Mobility	Mobilità pervasiva, senza confini, ovvero la possibilità per l'end user di fuire delle

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		informazioni sempre, ovunque e comunque, in casa, in auto, in ufficio e in movimento, in totale connettività, con continuità di servizio e in totale trasparenza rispetto alle tecnologie usate, es. in casa wifi, in auto GSM etc.
-	Service Subscriber	Fruitore di servizio.
-	Service Publisher	Fornitore di servizio.
-	Service Broker	Intermediario tra fruitore e fornitore di servizio.
-	Smart City	La città intelligente si attua laddove le infrastrutture tecnologiche siano profondamente presenti e pervasive permettendo la connettività globale e continua e la fruizione di una vasta quantità di servizi per gli end user, quali ad es., tra gli altri, quelli relativi all'infomobilità.
SOA	Service Oriented architecture	Architettura incentrata sul servizio, tipicamente web services, che permette di far interoperare sistemi diversi.
-	Super Control Room	Centro servizi gerarchicamente superiore ai singoli centri servizi diversificati per sistema di infomobilità, tipologia di end user etc. Ha l'obiettivo di integrarli e permettere un controllo di livello superiore.
-	Ubiquitous Computing & Communication	Sinonimo della Internet o Things e della seamless mobility dove la rete permette a tutti i nodi di essere sempre, ovunque e comunque connessi.
-	Web Service	Servizio web che permette l'interoperabilità tra sistemi diversi fornendo un'interfaccia comune.
WPAN	Wireless Private Area Network	Reti wireless per uso personale che lavorano con basse velocità di trasferimento dati, tipicamente short range, es. bluetooth.
WSN	Wireless Sensor Network	Rete wireless di sensori.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

4 Architettura per la pubblicazione delle informazioni in rete con gestione centralizzata dei dati



L'architettura classica di un sistema di Infomobilità con gestione centralizzata delle informazioni prevede un processo di massima della gestione dei dati sintetizzabile in 3 macrofasi principali:

- raccolta dei dati sul campo tramite sensoristica dedicata;
- trasmissione verso un centro servizi remoto di dati grezzi e/o già parzialmente elaborati/aggiunti tramite rete di telecomunicazioni dedicata wired e/o wireless;
- aggregazione, elaborazione e pubblicazione dei dati al fine di renderli fruibili a diverse tipologie di end user tramite l'esportazione di servizi dedicati, tipicamente via web.



Figura 1: **Processo Dati in un sistema di Infomobilità con gestione centralizzata dei dati**

Un esempio di realizzazione di un sistema di Infomobilità di questa tipologia vede quindi tipicamente l'impiego di sensori dedicati per la raccolta dati, es. sistemi di gestione della velocità dei veicoli in transito, installati sul territorio da monitorare, una rete di telecomunicazioni disponibile per il trasferimento delle informazioni verso il centro remoto di controllo, es. fibra ottica o link wireless long range (GSM, UMTS, Wimax, LTE) e un DBMS, un Server Web e delle Web applications per la pubblicazione e fruizione delle informazioni tramite servizi dedicati per le diverse tipologie di end user.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

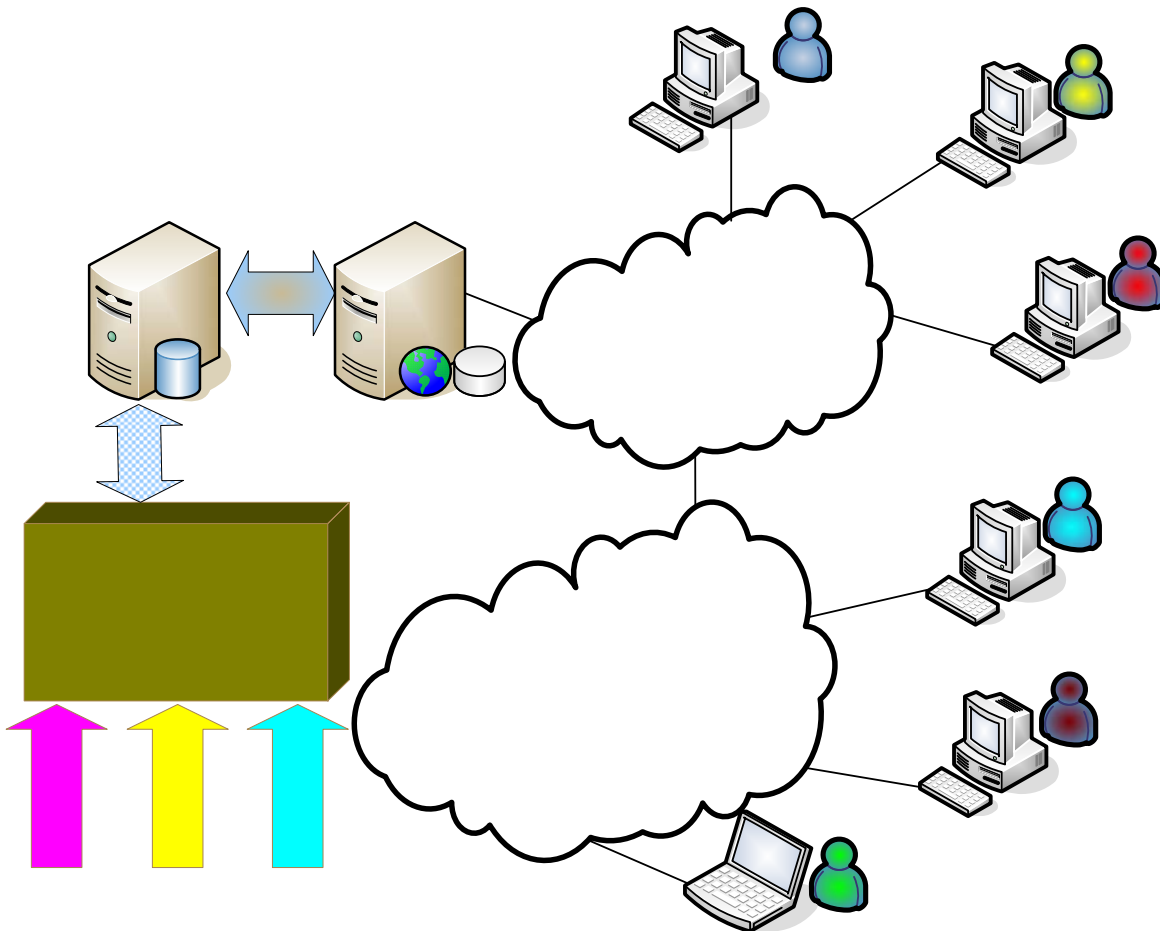




Figura 2: Esempio di architettura con gestione centralizzata dei dati

Infine è importante notare che la realizzazione di un sistema di Infomobilità basato su questo tipo di architettura centralizzata, si basa sulle seguenti assunzioni:

- siano installati sul territorio i sensori per la raccolta dati, nel caso del ponte i sistemi di monitoraggio del funzionamento della struttura del ponte, ad esempio;
- siano installate sul territorio delle unità di elaborazione 'più intelligenti' per una aggregazione e sintesi dei dati preliminare, connesse in rete per la trasmissione dei dati a un centro servizi remoto (es. rete dedicata wired/wireless), nel caso del ponte la fibra ottica;
- alcuni tipi di end user dispongano di connettività di rete e di un'applicazione per la fruizione del servizio su un semplice palmare (app) piuttosto che su un comune pc;
- alcuni tipi di end user fruiscono dei servizi direttamente dal centro servizi centrale.

INFRASTRUTTURA DI COLLEGAMENTO

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

5 Architettura per la pubblicazione delle informazioni in rete con gestione distribuita dei dati

Siamo ormai nell'era dell'ubiquitous computing & communication, che sta rapidamente trasformando la società per la moltitudine di dispositivi mobili interconnessi sempre, ovunque e con ogni mezzo. Questa nuova dimensione del mondo dell'informazione è chiamata 'Internet Of Things' (nel seguito IoT) e si attua in un ambiente dove tutti gli oggetti creano un nuovo tipo di rete interamente dinamica e composta di altre reti. L'interazione degli oggetti porta quindi alla definizione di nuovi tipi di servizi per la città del futuro, la 'smart city', dove l'esigenza della gestione dell'infomobilità è di primaria importanza.

Questo conduce alla necessità di definire una nuova architettura per la rete, di tipo SOA (Service Oriented Architecture), che permetta agli oggetti fisici di pubblicare servizi accessibili ai clients mobili e di interconnettere uomini con uomini (human-to-human, H2H), uomini con macchine (human-to-machine, H2M) e macchine con macchine (machine-to-machine, M2M).

In questo tipo di architettura si possono individuare tre principali attori: il fornitore del servizio, il fruitore del servizio e il broker del servizio.

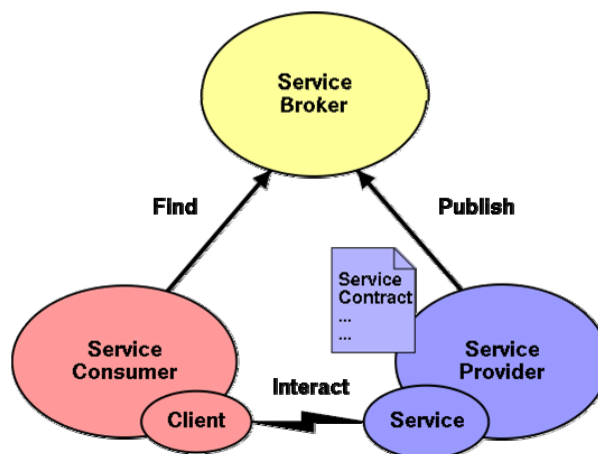




Figura 3: Architettura SOA

Tutto ciò si traduce in nuovo paradigma di tipo 'content-centric', ovvero basato sul contenuto, e non più 'host-centric', ovvero basato sull'host, dove la scalabilità è uno dei fattori fondamentali.

E' già stato dimostrato che in questo nuovo scenario l'approccio del DNS (Domain Name Server)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

non è più idoneo, bensì per raggiungere il giusto livello di scalabilità è necessario introdurre un nuovo tipo di approccio, quello della DHT (Distributed Hash Table), dove viene fatto un routing che usa l'identificativo della risorsa non solo come chiave di ricerca ma anche per instradare le informazioni in rete.

Tra le principali caratteristiche della DHT sono da sottolineare la decentralizzazione, la scalabilità e la tolleranza ai guasti a causa della mancanza di un singolo 'point of failure'.



Nella Internet of Things i due ruoli attualmente giocati dall'indirizzo IP, nome e locazione, sono infatti separati in due differenti concetti logici chiamati rispettivamente 'identificatore' (ID) e 'locatore'.

Questo permette di identificare univocamente una risorsa in rete senza preoccuparsi della sua posizione fisica e in una rete di dispositivi mobili è assolutamente determinante in quanto permette la definizione di servizi avanzati di tipo 'context-aware', ovvero che tengano di conto dello specifico contesto.

Il vantaggio della separazione tra identificatore e locatore si arricchisce ulteriormente quando al locatore si aggiungono ulteriori informazioni relative appunto al 'contesto' dando luogo a un 'locatore esteso'. Esempi di contesto in ambito cittadino possono essere appunto il particolare territorio, il flusso del traffico, l'eventuale presenza di incidenti o rallentamenti e così via, tutto ciò che riguarda un sistema di infomobilità.

I 'locatori estesi' vengono quindi distribuiti basandosi sulla DHT sopra menzionata, come avviene nelle reti peer-to-peer (P2P).

Questa architettura è perfetta nel caso di fornitori di servizi, es. nodi sensori che dispongono di informazioni di infomobilità, e fruitori di servizi, es. utenti finali come le forze dell'ordine, i gestori del traffico o il cittadino che vuole conoscere la situazione di un parcheggio e che sono a tutti gli effetti dei nodi della rete.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

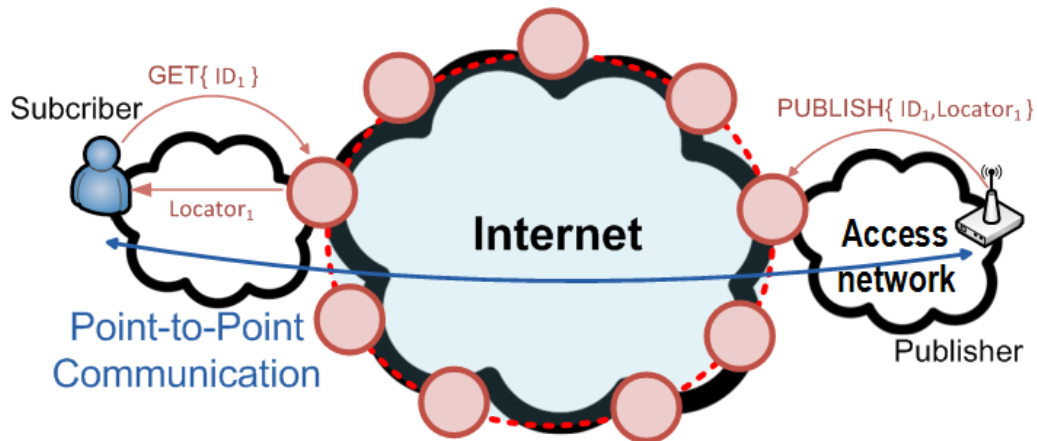




Figura 4: **Pubblicazione e fruizione di un servizio in rete basate sul disaccoppiamento di ID e Locatore**

Se ad esempio disponiamo di una WSN (Wireless Sensor Network) per la raccolta dei dati di infomobilità, si può supporre che l'elaborazione dei dati avvenga a livello del nodo coordinatore e che questo sia collegato a un access point che gli permetta di essere connesso a una rete, es. Internet/Intranet.

A questo livello si crea l'overlay P2P che, basandosi sulla tecnica precedentemente descritta, permette una totale distribuzione in rete delle informazioni senza necessità di avere un punto centralizzato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

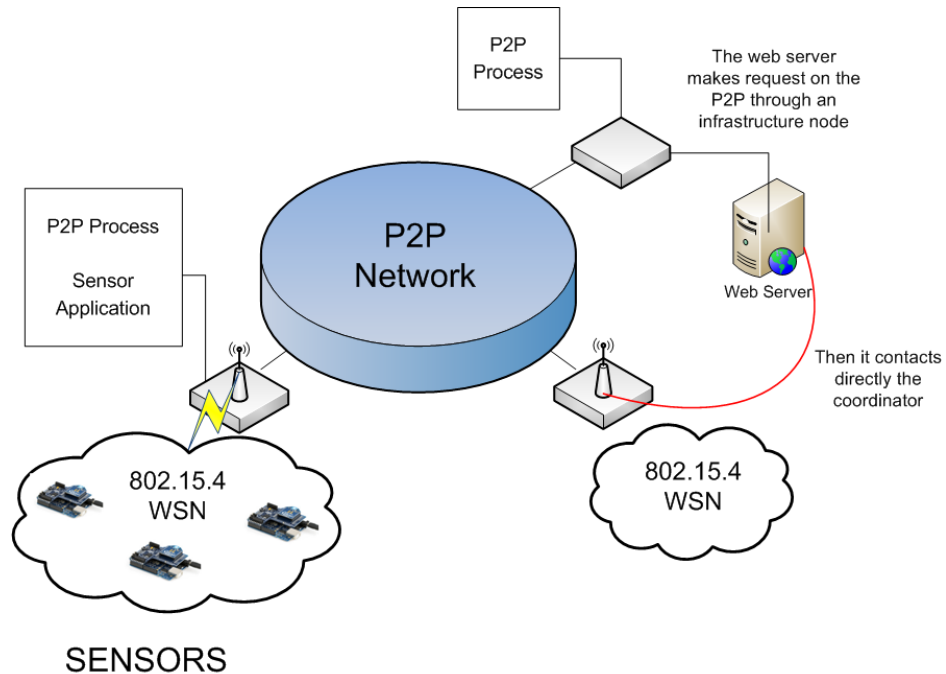


Figura 5: **Architettura rete con gestione distribuita delle informazioni basata su overlay P2P**

In questa visione è quindi sufficiente che gli end user dispongano di un accesso a internet per poter fruire dei servizi del sistema di Infomobilità.

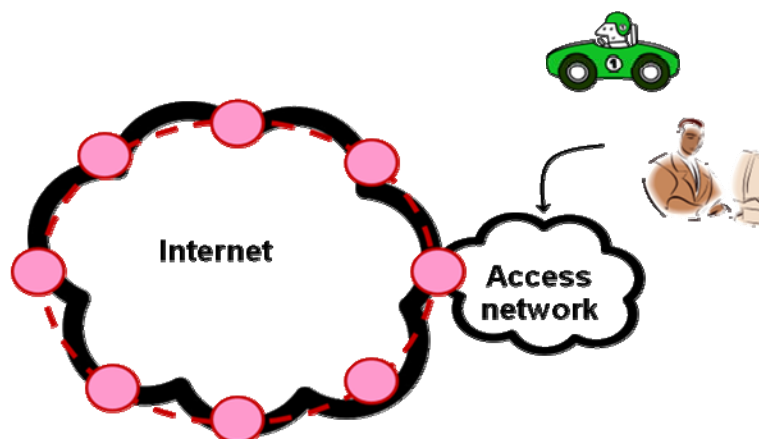




Figura 6: **Accesso degli end user al sistema di Infomobilità via rete**

La sequenza delle operazioni effettuate dall'end user per la fruizione del servizio esportato ad es.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

dal nodo coordinatore (altrimenti detto concentratore) dei sensori, utilizzando l'overlay P2P instauratosi tra i nodi della rete, è riportato nel seguente diagramma UML.

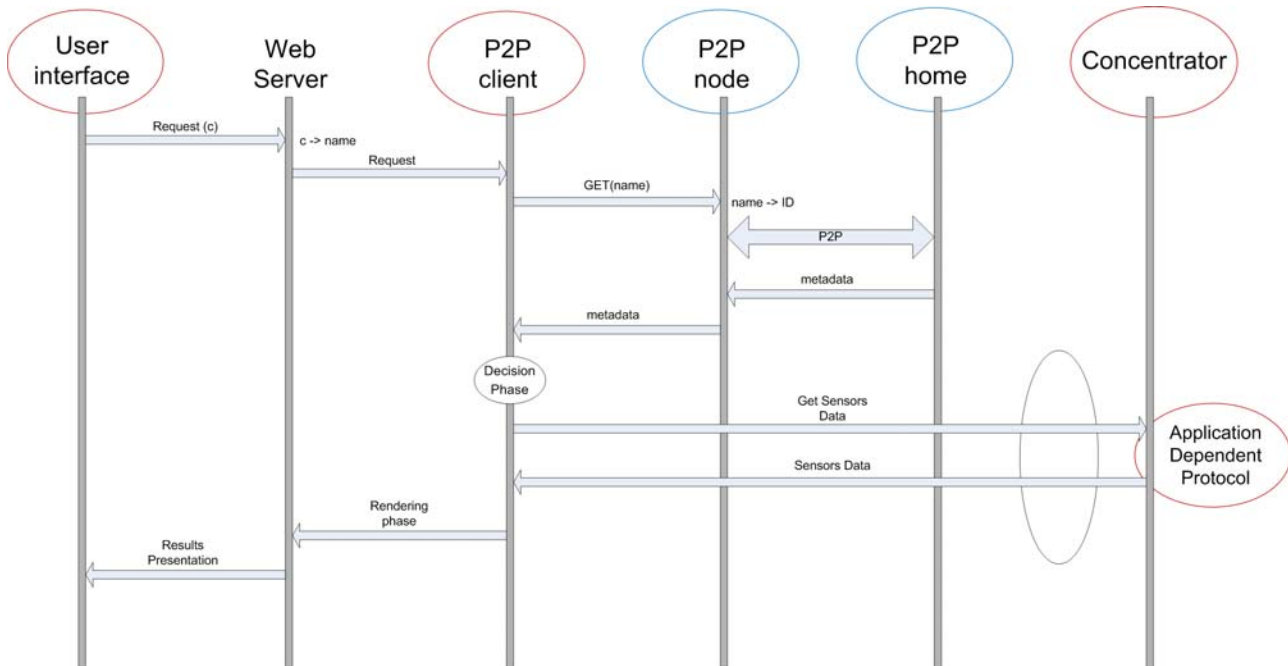




Figura 7: **Diagramma di Sequenza end user vs. sensori via overlay P2P**

L'architettura di un sistema di Infomobilità con gestione distribuita delle informazioni prevede un processo di gestione dei dati sintetizzabile in tre macrofasi principali:

- raccolta dei dati sul campo tramite sensoristica dedicata;
- aggregazione ed elaborazione dei dati direttamente su alcuni nodi sensori 'più intelligenti' della rete;
- condivisione e pubblicazione dei dati tra gli end user, visti come nodi di rete che accedono all'overlay P2P.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

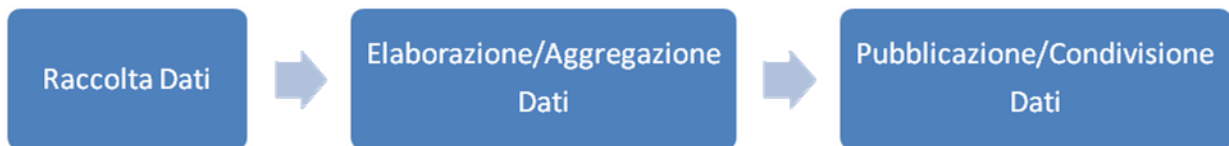


Figura 8: **Processo Dati in un sistema di Infomobilità con gestione distribuita delle informazioni**

Infine è importante notare che la realizzazione di un sistema di Infomobilità basato su questo tipo di architettura innovativa, si basa sulle seguenti assunzioni:

- siano installati sul territorio i sensori per la raccolta dati;
- siano installate sul territorio delle unità di elaborazione 'più intelligenti' per l'aggregazione e la sintesi dei dati;
- siano installati sul territorio degli access point con disponibilità di overlay P2P;
- l'end user disponga di connettività di rete e di un'applicazione per la fruizione del servizio su un semplice palmare (App) piuttosto che su un comune PC.

6 Architetture per la pubblicazione di informazioni in rete con gestione centralizzata e distribuita dei dati a confronto

Dopo aver esaminato le due differenti tipologie di architetture, se ne riportano a seguire le principali caratteristiche, vantaggi e svantaggi, al fine di individuarne il ruolo più idoneo all'interno del sistema di Infomobilità complessivo proposto nel presente documento, con l'obiettivo di applicarle entrambe in modo collaborativo e complementare.

L'architettura con gestione centralizzata delle informazioni si presta particolarmente bene nei seguenti casi:

- end user non in mobilità;
- necessità di avere un DBMS centralizzato con grandi quantità di dati da archiviare;
- necessità di effettuare data mining ed elaborazioni offline dei dati raccolti;
- necessità di avere grandi display per la visualizzazione di interfaccia utente molto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

sofisticate, ad es. con mappe molto dettagliate e che integrino diverse applicazioni;



- territorio predisposto con sistemi di raccolta dati sofisticati, es. tutor, e rete di trasmissione dati dedicata ad alta capacità, es. fibra ottica.

Di contro questo tipo di architettura non si presta molto bene laddove il territorio non sia già predisposto con infrastrutture di infomobilità per la raccolta e la trasmissione dei dati e gli end user siano utenti in mobilità, che debbano usufruire dei servizi in tempo reale mentre si muovono sul territorio.

L'architettura con gestione distribuita delle informazioni, basata su overlay P2P, si presta invece particolarmente bene nei seguenti casi:

- end user in mobilità e con necessità di usufruire dei servizi in tempo reale mentre si muovono sul territorio;
- presenza di molti nodi di rete (sensori ed end user) in quanto essendo un'architettura basata su overlay P2P, al crescere dei nodi aumentano le prestazioni (informazioni maggiormente distribuite in rete e più capillarmente diffuse), quindi la caratteristica della scalabilità è in questo caso un aspetto vincente, oltre al fatto che in una rete di nodi 'peer', ovvero pari, c'è assenza di un singolo 'point of failure' e quindi questo tipo di rete è molto resistente ai guasti, al contrario delle reti con gestione centralizzata dove per prevenire i guasti si deve solitamente far ricorso alla ridondanza dei sistemi;
- assenza di necessità di avere grandi display per la visualizzazione di interfaccia utente molto sofisticate, ad es. con mappe molto dettagliate e che integrino diverse applicazioni;
- territorio non predisposto con sistemi di raccolta dati sofisticati e rete di trasmissione dati dedicata ad alta capacità, es. fibra ottica, ma dove le infrastrutture siano piuttosto carenti, in quanto in questi casi è sufficiente predisporre il territorio con sensoristica a basso costo, di facile installazione e manutenzione (es. sensori per il flusso e la classificazione veicolare organizzati in WSN, wireless sensor network) e di access point alla rete con overlay P2P.
- nel caso di necessità di presenza di un DBMS per l'archiviazione e la successiva elaborazione offline dei dati, è possibile prevederlo come nodo fisso della rete.

Due immagini rappresentative dei principali vantaggi di quest'ultimo tipo di architettura sono riportati a seguire: la 'seamless mobility', ovvero la possibilità per gli end user di muoversi liberamente sul territorio continuando a usufruire del servizio senza perdita di informazioni e la replica delle informazioni in rete, ovvero tutti i nodi in rete possono essere portatori di informazioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

oltre che fruitori, aumentando la capillarità dei servizi, caratteristica quest'ultima che cresce di entità al crescere del numero dei nodi in rete, come è tipico delle architetture basate su P2P.

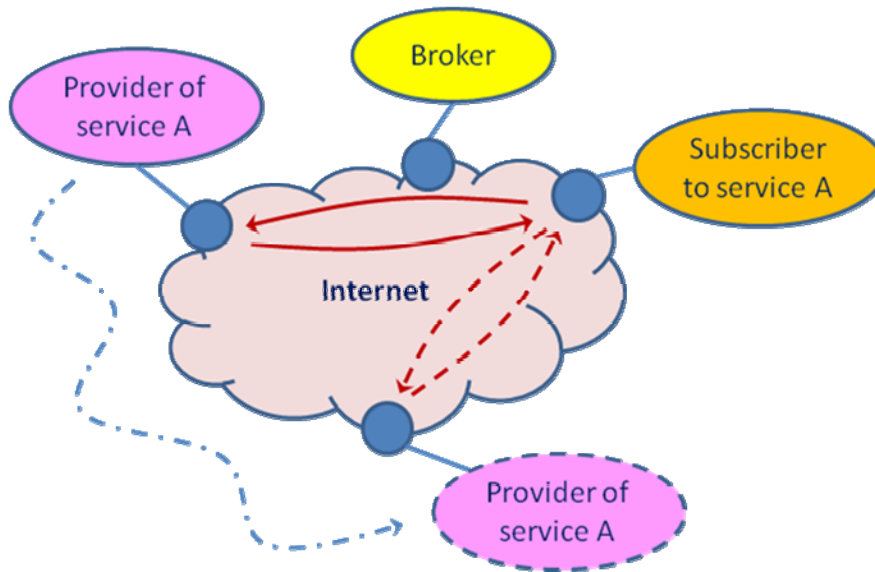


Figura 9: **Seamless Mobility**

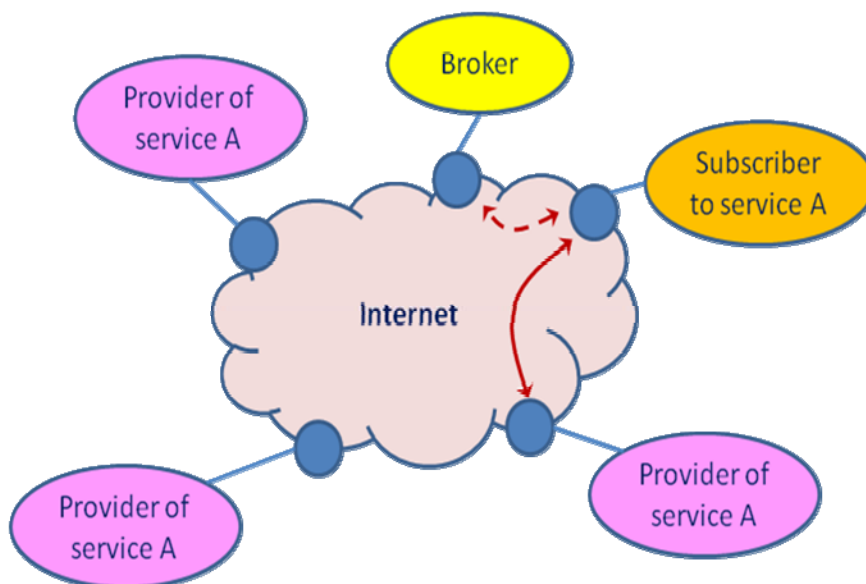




Figura 10: **Replica delle informazioni**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7 Sistema di Infomobilità per il “Sistema Opera di attraversamento stabile dello Stretto di Messina e suoi collegamenti”

Si analizza nel seguito il caso specifico del Ponte sullo stretto di Messina, inteso come il sistema ponte in senso stretto più le aree cittadine ai confini del ponte che prevedono una viabilità di accesso al ponte stesso.

In questo contesto specifico viene quindi descritto un sistema di Infomobilità complessivo composto di diversi sottosistemi, basati su tecnologie diverse.

In particolare lo scenario nel quale andiamo a operare è composto dei seguenti sistemi:

- Il Ponte in senso stretto per il quale COWI (o chi per lui) è preposto alla definizione, progettazione, installazione e gestione di tutto il sistema di sensori per il monitoraggio strutturale, delle condizioni atmosferiche, dei sistemi antiterrorismo, e di tutte le opere ed attrezzature, incluse quelle di gestione del traffico, installate fisicamente sul Ponte stesso. E' prevista per questo una control room che elabora tutti i dati necessari per tenere sotto controllo il funzionamento in esercizio del ponte, facendo prospezioni a breve medio termine e fornendo informazioni a chi, fuori del ponte, è preposto alla gestione del traffico e di tutte le opere. Se necessario deve dare ordine di chiusura parziale o totale dell'opera. Per assumere le sue pertinenti decisioni gestionali deve disporre di dati e informazioni elaborate provenienti dall'esterno del Ponte (flussi di traffico stradali e ferroviari presenti e previsti in arrivo a breve medio termine, situazioni di emergenza fuori del ponte che possono avere influenza su quest'ultimo ecc);
- Le infrastrutture stradali di accesso al ponte lato Calabria e lato Sicilia, che costituiscono un raccordo autostradale che collega l'autostrada A3 in Calabria e l'autostrada A20 in Sicilia. Queste infrastrutture sono dotate anch'esse di sensoristica di controllo e gestione del traffico che comprende rilevatori di flussi e velocità, sistemi di videosorveglianza del 100% dei tracciati, sistemi di pesa dinamica di tutti i mezzi in arrivo al ponte, sistemi di riconoscimento targhe e classifica veicoli per tracciare il passaggio di tutti i veicoli, sistemi di gestione dinamica delle velocità dei veicoli, variando nel tempo i limiti di velocità temporanei ammessi in relazione alle condizioni di deflusso e alle condizioni di funzionamento del ponte (vento, pioggia ecc), sistemi sanzionatori di valutazione delle velocità medie di percorrenza all'interno del sistema, di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

tipo TUTOR, sistemi di gestione dinamica delle corsie, per calibrare l'offerta di capacità alle condizioni di funzionamento del ponte e per la gestione delle emergenze;

- Le infrastrutture ferroviarie di accesso al ponte, gestite da FS (o chi per lui), con un posto locale di gestione del sistema all'interno del Centro Direzionale del Ponte che dovrà colloquiare e gestire scambio di dati con la control room del Ponte;
- Le gallerie lato Calabria e lato Sicilia sia stradali sia ferroviarie, con tutti i moderni sofisticati sistemi di controllo e gestione delle emergenze richieste dalla normativa stradale e ferroviaria (rilievo flussi, velocità veicoli e aria di ventilazione, funzionamento acceleratori per la ventilazione, rilevamento antincendio, sistemi di comunicazione all'utenza ecc);
- I sistemi, con relativo personale, per la manutenzione e il soccorso, presso il centro direzionale;
- Il centro direzionale (CEDIR), con la sua offerta di viabilità di servizio, parcheggi ecc.;
- Le aree metropolitane esterne al ponte, inclusa la viabilità secondaria, con un traffico che comunque afferisce al ponte contribuendo alle sue dinamiche di servizio;
- I gestori delle infrastrutture esterne al sistema ponte con le quali il sistema ponte interagisce funzionalmente o per aspetti di sicurezza (Autostrada A3, Autostrade siciliane, FS, Capitaneria di porto, autorità aeroportuali, ENAV)

In questo scenario è necessario quindi definire un sistema gerarchicamente superiore, un cervello di gestione centrale superiore, nel seguito chiamato 'super control room', a cui confluiscono le informazioni provenienti da tutti i sottosistemi sopra delineati, gestiti da Enti anche diversi (es. COWI, FS, gestore autostradale, gestore del CEDIR, o chi per loro).

Quindi nel seguito del documento andremo a descrivere le seguenti soluzioni tecnologiche:

- Un middleware di comunicazione che permetta l'integrazione delle informazioni eterogenee, relative a DBMS diversi e gestite da attori differenti;
- Una 'super control room', altrimenti detta 'sala delle sale', che sia gerarchicamente di livello superiore a tutte le altre control room a cui fanno riferimento i diversi gestori delle informazioni dei sottosistemi. Sarà gestita dalla Società Stretto di Messina (o chi per lei).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.1 Middleware di comunicazione per l'integrazione di informazioni eterogenee

L'infrastruttura di comunicazione che si prevede di utilizzare tra le diverse control room dispiegate sul territorio impiegherà:

- Specifici Access Point alla rete con integrato il software del middleware per l'overlay P2P, sviluppato ad hoc, così come descritto nel Cap.5;
- Un Software specifico sviluppato ad hoc lato client per la fruizione dei servizi in rete. Il client nel caso specifico sarà predisposto nelle control room di riferimento con DBMS centrale che deve afferire ai dati presenti nei DB di tutti gli altri sottosistemi. E' previsto inoltre lo sviluppo di App specifiche per dispositivi mobili in modo che anche gli end user in continua mobilità possano usufruire dei servizi disponibili in rete.

Tutto il software sviluppato ad hoc prevederà un modulo per la sicurezza dei dati in modo da preservare la riservatezza delle informazioni che circoleranno in rete.

Importante notare che il middleware di comunicazione non entrerà in merito alla semantica dei dati ma effettuerà solamente il loro 'trasporto' in rete preoccupandosi degli aspetti di sicurezza.

Per quanto concerne gli Access Point, questi saranno realizzati utilizzando hardware di tipo COTS e avranno installato a bordo un software sviluppato appositamente per questo tipo specifico di comunicazione di rete.

I requisiti dell'hardware sono affini a quelli riportati a seguire, l'hardware definitivo verrà comunque selezionato durante il progetto esecutivo, per evitare problemi di obsolescenza. Trattandosi comunque di embedded PC di tipo low cost disponibili comunemente su mercato, non si prevedono assolutamente problemi di indisponibilità. La scelta definitiva terrà conto ovviamente anche di problematiche di affidabilità.

- Hardware di esempio, come riferimento:
 - Embedded PC low cost di tipo [Alix Board alix6e2](http://www.pcengines.ch/alix6e2) (<http://www.pcengines.ch/alix6e2.htm>):
 - CPU: 500 MHz AMD Geode LX800;
 - DRAM: 256 MB;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Storage: CompactFlash socket;
 - Power: DC jack or passive POE, min. 7V to max. 20V;
 - Three front panel LEDs, pushbutton;
 - Expansion: 1 miniPCI slot, 1 miniPCI Express slot (USB only), LPC bus;
 - Connectivity: 2 Ethernet channels (Via VT6105M 10/100);
 - I/O: DB9 serial port, dual USB port;
 - Board size: 6 x 6" (152.4 x 152.4 mm);
 - Firmware: tinyBIOS;
 - WiFi 802.11a/g su miniPCI express (frequenze 5.1 e 2.4 GHz).
- Software:
 - Sistema Operativo: una distribuzione di linux (es. Voyage);
 - Applicativo ad hoc che implementa il middleware per l'overlay P2P (nel seguito chiamato P2PMW), sviluppato appositamente per questa infrastruttura di comunicazione.

Sarà installato un Access Point per ciascun DB da collegare in rete per l'interoperabilità e integrazione dei dati a livello gerarchicamente superiore.

Per quanto concerne il Software specifico sviluppato ad hoc lato client per la fruizione dei servizi in rete (nel seguito chiamato P2PCLI), questo sarà realizzato su PC di tipo consumer, best in class, con tecnologia indipendente da sistema operativo. L'applicativo finale sarà quindi installato nei server delle control room di tipo gerarchicamente superiore, preposte all'integrazione dei dati residenti sui DB periferici delle control room gestite dai vari sottosistemi in campo.

Inoltre sarà sviluppato un software di tipo analogo ma ad hoc per dispositivi in mobilità (es. palmari) con interfaccia grafica ridotta affinché anche gli utenti mobili (es. automobilisti, forze dell'ordine) possano fruire degli stessi servizi anche se distanti fisicamente dalle control room (App).

Gli Access Point con il software P2PMW saranno installati presso le seguenti control room:

- Gestore delle infrastrutture stradali di accesso al ponte lato Calabria e lato Sicilia;
- Gestore delle infrastrutture ferroviarie di accesso al ponte;

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- Gestore delle gallerie lato Calabria e lato Sicilia sia stradali sia ferroviarie;
- Centro direzionale (CEDIR), con la sua offerta di viabilità di servizio, parcheggi ecc. oltre che dei sistemi di manutenzione e soccorso;
- Gestore delle aree metropolitane esterne al ponte, es. viabilità secondaria, strade provinciali ecc.;
- Gestore del Ponte in senso stretto, ovvero COWI (o chi per lui), che disporrà di una control room gerarchicamente superiore in quanto andrà ad afferire ai dati dei DB presenti nei sottosistemi di cui ai punti precedenti;
- Super control room, descritta al Cap. 7.2.

Il software P2PCLI sarà invece installato presso le seguenti control room di ordine gerarchico superiore, come già detto, al fine di fruire di tutte le informazioni disponibili in rete:

- Gestore del Ponte in senso stretto, ovvero COWI (o chi per lui);
- Super Control Room, descritta al Cap. 7.2.



In ultimo il software App specifico per gli utenti in mobilità sarà scaricabile e installabile sui dispositivi specifici, es. palmari o laptop, direttamente dalle control room, in funzione delle specifiche credenziali d'accesso.

Infine è importante notare che la Super Control room sarà un sistema di supporto alle decisioni avanzato, grazie alla visibilità complessiva che ha del territorio, integrando le informazioni parziali dei sottosistemi.

L'accesso alla Super Control Room, oltre al gestore addetto, sarà ovviamente possibile anche a tutti gli enti esterni per via diretta ad es. con l'uso delle App apposite se utenti in mobilità o tramite postazioni client dedicate oppure per via indiretta avendo feedback indietro verso le control room gerarchicamente inferiori. Questi servizi serviranno ad es. per informarli delle condizioni di funzionamento del sistema ponte (es. emergenze) o degli eventi esterni al sistema che possono comunque influenzare il funzionamento del sistema stesso (es. passaggio di un naviglio di altezza fuori standard).

Tra gli utenti esterni che potranno usufruire di questi servizi citiamo sicuramente:

- gestore autostrada A3 (ANAS);
- gestore autostrade Sicilia / Calabria;
- FS / RFI

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Capitaneria di porto
- Aeroporti / ENAV
- Ministero degli Interni (es. per le funzioni antiterrorismo)

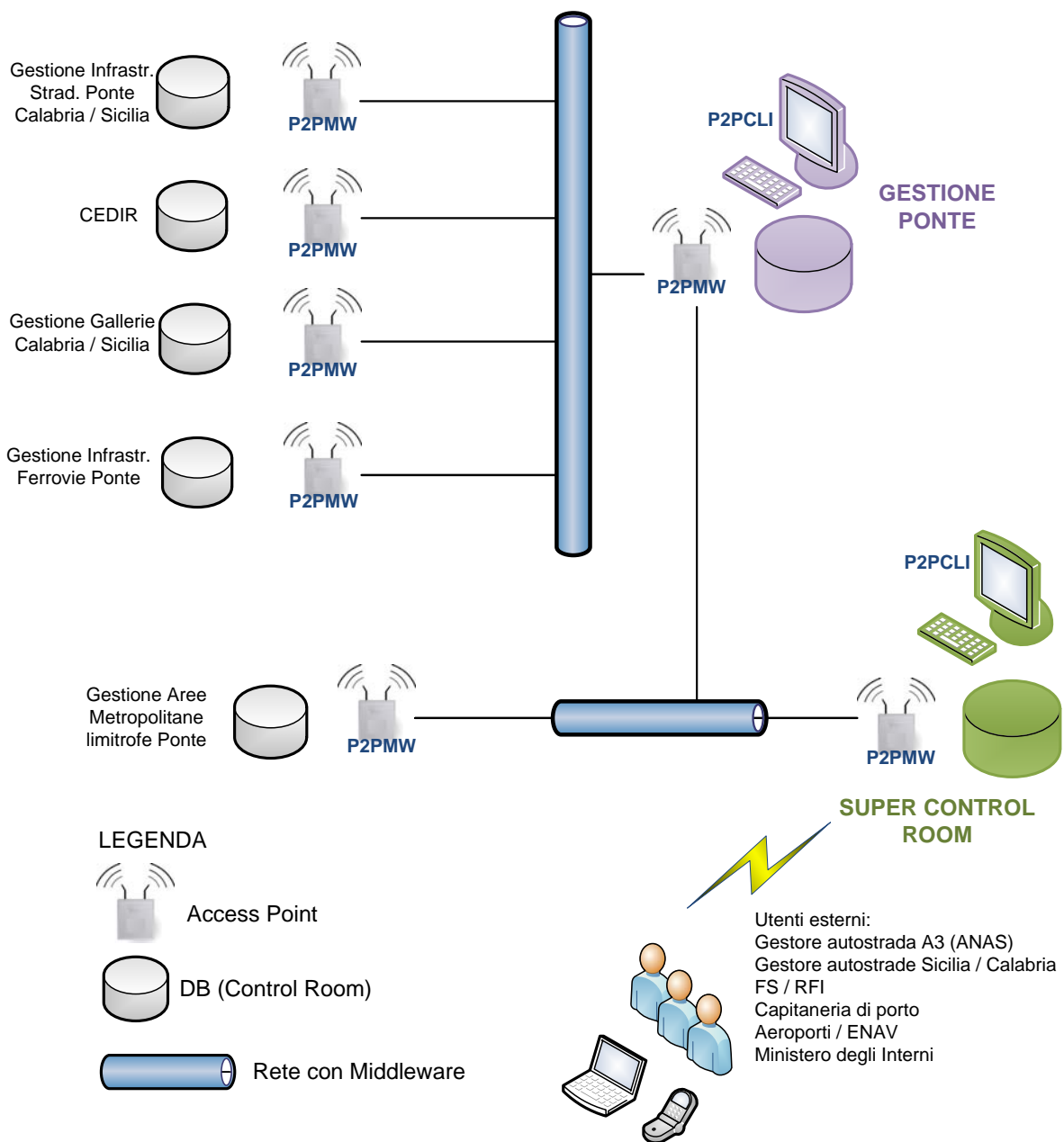




Figura 11: **Middleware di comunicazione**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità		<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

7.2 'Super Control Room'

La 'Super Control Room', altrimenti detta 'sala delle sale', è prevista essere gerarchicamente di livello superiore a tutte le altre control room a cui fanno riferimento i diversi gestori delle informazioni dei sottosistemi.

Il suo obiettivo è quello di recepire in ingresso i dati raccolti sul campo dalla sensoristica posta sul territorio al fine del monitoraggio del traffico, della sicurezza ecc., memorizzati nei DB dei gestori preposti al controllo del viabilità su strada, ferrovia ecc. (es. COWI, autorità provinciali, FS o chi per loro), e sulla base di questi effettuare delle aggregazioni ed elaborazioni sulle quali costruire i servizi verso gli utenti finali.

Gli utenti finali saranno lo stesso gestore della 'Super Control Room', la Società Stretto di Messina (o chi per lei), eventuali utenti veicolari in mobilità e gli stessi gestori dei DB che forniscono i dati in ingresso e a fronte delle elaborazioni effettuate hanno indietro dei servizi basati su informazioni aggregate.

7.2.1 Realizzazione della 'Super Control Room'

La 'Super control room' sarà composta delle seguenti parti:

- PC Server Business Class, di tipo best in class;
- DBMS / DB di tipo relazionale;
- Applicativo Software sviluppato ad hoc secondo i seguenti requisiti:
 - basato su architettura SOA;
 - fornisce un adeguato supporto alle decisioni all'end user con interfacce grafiche rispondenti ai canoni di ergonomia [1], [2], [3] ;
 - permette l'interoperabilità: diversi tipi di end user che necessitano di servizi di tipo differente possono connettersi in modo diverso, usando differenti tecnologie e fruendo di dati provenienti da sorgenti di tipo eterogeneo;
 - fruibile via web con accesso diversificato in funzione di credenziali differenziate per tipologia di end user.

L'hardware (PC Server) e il DBMS/DB saranno identificati in fase di progetto esecutivo onde evitare problemi di obsolescenza.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

7.2.2 End user e Servizi

Vengono nel seguito individuati i principali end user del sistema.

Alcuni end user non sono solo fruitori di dati e servizi ma anche fornitori, in quanto da una parte hanno a disposizione una infrastruttura di sensori che permette di raccogliere i dati sul campo (es. sistemi TUTOR) e memorizzarli nei DB delle proprie control room ad accesso diretto, e dall'altra, mettendo a disposizione tali dati verso un sistema gerarchicamente superiore che integra e aggrega i dati di diversi sottosistemi, hanno indietro dei servizi possibili solo grazie proprio a questa successiva elaborazione.

Nella tabella sottostante sono riportati tutti i principali end user, dove per ciascuno è indicato il tipo:

- Indiretto: l'end user è dapprima fornitore di dati parziali e a seguire fruitore di servizi basati su dati integrati e aggregati;
- Diretto: l'end user è diretto fruitore dei servizi offerti dalla 'Super Control Room'.

Identificatore	End User	Tipo
INFR_ STRA	Gestore delle infrastrutture stradali di accesso al ponte lato Calabria e lato Sicilia	Indiretto
INFR_ FERR	Gestore delle infrastrutture ferroviarie di accesso al ponte (FS o chi per lui)	Indiretto
INFR_ GALL	Gestore delle gallerie lato Calabria e lato Sicilia sia stradali sia ferroviarie	Indiretto
CEDIR	CEDIR	Indiretto
PONTE	Gestore del Ponte (COWI o chi per lui)	Diretto
EXT_ METR	Gestore delle aree metropolitane limitrofe al ponte (amministrazioni provinciali / comunali o chi per loro)	Diretto
SCR	Gestore della Super Control room (Società Stretto di Messina o chi per lei)	Diretto
MOB	Utente in mobilità (es. cittadino o forze dell'ordine)	Diretto

Tabella 1: **End Users**

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I servizi possono essere differenziati per tipologia in base:

- Real time / Offline: i servizi real time sono quelli forniti/ fruiti in tempo reale (es. da parte degli utenti in mobilità) mentre quelli offline solo a seguito di elaborazioni (es. al fine di fare previsioni);
- End User: per ciascuna categoria possono essere fruite diverse tipologie di servizio;
- Semplici / Complessi: i servizi semplici sono quelli forniti sulla base di dati semplici (es. RAW) mentre quelli complessi sulla base di dati elaborati/aggeragti (es. a livello di control room gerarchicamente superiori). Per quanto riguarda i dati semplici si assume che la sensoristica effettui una pre-elaborazione prima di inviare i dati (es. flussi, posizione del veicolo ecc.);

Nella tabella sottostante vengono riportati i principali servizi e la relativa classificazione in funzione di quanto sopra riportato.

Gli Identificatori degli End User sono quelli riportati in Tabella 1. Se indicato 'ALL' è inteso che tutte i tipi di end user sono interessati alla fruizione dello specifico servizio.

Oltre ai dati provenienti dai sistemi di monitoraggio e prodotti dalle simulazioni, il sistema fornirà un servizio di archiviazione ed esposizione di tutte le ordinanze che, per diversi motivi, andranno ad incidere sull'esercizio dell'infrastruttura.

Per la descrizione dettagliata dei servizi di simulazione di rimanda al documento specifico:

CG3400-P-EX-D-G-TC-M7-G0-00-00-00-02-C.

Servizi	Real Time (RT) / Offline (OFF)	Identificatore End User	Semplici (S) / Complessi (C)
Fornitura dati RAW dei sensori	RT	ALL	S
Rilevamento e classificazione del veicolo	RT	ALL	S
Posizione del veicolo	RT	ALL	S
Traccia del veicolo	RT	ALL	S

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tempo di percorrenza del veicolo	RT	ALL	S
Stato Parcheggi	RT	ALL	S
Flusso dei veicoli	RT	ALL	S
Monitoraggio della circolazione di tipo AVM	RT	INFR_STRA, CEDIR, PONTE, EXT_METR, SCR	C
Simulazioni & Previsioni: Storico dei flussi sugli archi dello scenario di riferimento	OFF	INFR_STRA, CEDIR, PONTE, EXT_METR, SCR	C
Simulazioni & Previsioni: Storico dei tempi di percorrenza degli archi dello scenario di riferimento	OFF	INFR_STRA, INFR_FERR, CEDIR, PONTE, EXT_METR; SCR	C
Simulazioni & Previsioni: Storico dei cammini e del loro carico	OFF	INFR_STRA, CEDIR, PONTE, EXT_METR; SCR	C
Simulazioni & Previsioni: Storico delle matrici O/D (Origine/Destinazione) aggiornate	OFF	INFR_STRA, CEDIR, PONTE, EXT_METR; SCR	C
Simulazione multimodale (strada, ferrovia, navi)	OFF	INFR_STRA, INFR_FERR, CEDIR, PONTE, EXT_METR, SCR	C
Indicatori socio-economici e demografici delle zone	OFF	CEDIR, PONTE, SCR	C
Grafi Strade / Ferrovie	OFF	INFR_STRA, INFR_FERR, CEDIR, PONTE, EXT_METR, SCR	C
Zonizzazione	OFF	INFR_STRA, CEDIR, PONTE, EXT_METR,	C

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Architettura del sistema di infomobilità	<i>Codice documento</i> GE0304_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

		SCR	
Informazioni su Eventi e Ordinanze: Incidenti	RT	ALL	C
Informazioni su Eventi e Ordinanze: Chiusura traffico	RT/OFF	ALL	C
Informazioni su Eventi e Ordinanze: Manutenzione	RT/OFF	ALL	C
Informazioni su Eventi e Ordinanze: Meteo (bollettino ordinario ed eventi straordinari)	RT/OFF	ALL	C
Gestione e Manutenzione dell'infrastruttura tecnologica (sensori e rete): installazione e configurazione	RT/OFF	SCR	C
Gestione e Manutenzione dell'infrastruttura tecnologica (sensori e rete): riconfigurazione a seguito di guasto	RT/OFF	SCR	C

Tabella 2: **Servizi principali**