



Definizione di un sistema integrato ITS -
Progetto di Sistema ITS integrato per la programmazione dei servizi di trasporto a livello locale e regionale

Prodotto T3.3.1
Output T3.1

Requisiti per la progettazione di un sistema ITS in ambito portuale

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La Coopération au coeur de la Méditerranée



Indice

[Indice](#)

[Acronimi](#)

[Premessa](#)

[1. Obiettivo del progetto](#)

[2. Descrizione delle attività](#)

[3. Requisiti dei software proposti](#)

[Requisiti Funzionali](#)

[Requisiti Non Funzionali](#)

[4. Piattaforma ed architettura del sistema](#)

[5. Documentazione](#)

Acronimi

C-ITS	Cooperative Intelligent Transportation System
GPS	Global Positioning System
KPI	Key Performance Indicator
ITS	Intelligent Transport System
LNR	Low Noise Routing
OSM	OpenStreetMap
V2I	Vehicle-to-Infrastructure
V2V	Vehicle-to-Vehicle
V2X	Vehicle-to-everything

Premessa

Il presente documento definisce i requisiti chiave per un progetto di infrastruttura ITS (Sistemi di Trasporto Intelligente) portuale. L'obiettivo di questo progetto è sviluppare un sistema intelligente che contribuisca a migliorare l'efficienza operativa, la sicurezza, l'ambiente e la qualità della vita nelle comunità circostanti il porto. L'implementazione di un sistema ITS portuale è essenziale per affrontare le sfide sempre crescenti associate alla gestione delle infrastrutture portuali, alla crescita del traffico merci e passeggeri, nonché alla riduzione degli impatti ambientali, tra cui il rumore.

Il porto rappresenta una parte fondamentale dell'infrastruttura economica di una regione, svolgendo un ruolo cruciale nello spostamento di merci, nella creazione di posti di lavoro e nell'impulso alla crescita economica. Tuttavia, le attività portuali possono anche generare impatti negativi sulla salute delle persone e sull'ambiente, tra cui il rumore, l'inquinamento dell'aria e l'uso intensivo delle risorse naturali. È imperativo, quindi, trovare un equilibrio tra le necessità operative del porto e il benessere delle comunità locali e l'ambiente.

Il sistema ITS portuale qui delineato è progettato per affrontare queste sfide in modo innovativo e sostenibile. L'adozione di tecnologie avanzate e soluzioni intelligenti permetterà di ottimizzare le operazioni portuali, ridurre i tempi di attesa, migliorare la sicurezza dei lavoratori e ridurre gli impatti ambientali, tra cui il rumore.

Questi requisiti rappresentano un quadro guida per il progetto ITS portuale, ma saranno ulteriormente personalizzati in base alle esigenze specifiche del porto in cui verrà implementato. Il coinvolgimento attivo delle parti interessate, tra cui le autorità portuali, le comunità locali, le aziende e gli esperti del settore, è essenziale per il successo del progetto e per garantire che gli obiettivi di efficienza, sostenibilità e qualità della vita siano adeguatamente soddisfatti.

Insieme a questo quadro di riferimento, il catalogo delle buone pratiche ITS prodotto come risultato dell'Attività 1, già compilato in collaborazione con le parti interessate, rappresenta un punto di riferimento. Il catalogo rappresenta una raccolta di best practice e soluzioni collaudate che sono state efficaci in contesti simili, consentendo al progetto di trarre insegnamenti da esperienze positive passate.

1. Obiettivo del progetto

Nel quadro di un progetto di Sistema di Trasporto Intelligente portuale vengono definiti una serie di obiettivi chiave per migliorare l'efficienza operativa del porto e ridurre l'impatto ambientale e sociale delle sue attività. Un obiettivo fondamentale è l'aumento dell'efficienza operativa del porto, con lo scopo di ridurre i tempi di attesa delle navi e dei trasporti terrestri, migliorando la gestione delle operazioni di carico e scarico delle merci. Questo dovrebbe ottimizzare la capacità di movimentazione delle merci e rendere più efficienti le operazioni portuali nel loro complesso.

Ridurre l'impatto ambientale è un altro degli obiettivi primari delle attività portuali. Si sta lavorando per limitare l'inquinamento atmosferico e acustico associato al porto, cercando al contempo di minimizzare il consumo di risorse naturali attraverso l'adozione di tecnologie sostenibili e la promozione di pratiche operative eco-compatibili. La sicurezza è una priorità, con l'intenzione di implementare sistemi di monitoraggio avanzati e allarmi tempestivi per garantire la massima sicurezza durante le operazioni portuali, prevenendo incidenti e proteggendo i lavoratori, i visitatori e le comunità circostanti.

L'obiettivo successivo è affrontare il problema delle congestioni stradali. Si sta lavorando per migliorare la pianificazione del traffico all'interno del porto per evitare ritardi e congestioni, coordinando al contempo le attività portuali in modo più efficiente con il sistema di trasporto terrestre circostante per ridurre i flussi veicolari. Il coinvolgimento attivo delle comunità locali è essenziale, affinché si sentano parte integrante nella pianificazione e nell'implementazione delle soluzioni ITS portuali. La comunicazione trasparente sugli sforzi volti a migliorare la qualità della vita nelle aree circostanti è fondamentale.

Nell'ambito del progetto, il riferimento principale sono le buone pratiche documentate per guidare la progettazione e l'implementazione efficace del sistema ITS portuale. L'obiettivo finale sono il monitoraggio e la valutazione continui attraverso indicatori chiave di performance (KPI) per garantire l'efficacia del sistema ITS e apportare miglioramenti continui verso una gestione portuale efficiente, sostenibile e orientata al benessere delle comunità locali.

2. Descrizione delle attività

Nel quadro del progetto di sviluppo di una piattaforma ITS, una serie di attività chiave sono coinvolte al fine di realizzare il software secondo i requisiti necessari.

La prima attività richiesta è la progettazione architeturale, che definisce l'architettura del sistema ITS, compresi i componenti principali, le interfacce, i flussi di dati e le tecnologie utilizzate. Questa fase prevede la creazione di diagrammi architeturali e specifiche tecniche dettagliate.

L'attività di sviluppo del software segue la progettazione, durante la quale vengono realizzate le applicazioni e il software personalizzato per soddisfare i requisiti identificati nel catalogo delle buone pratiche ITS (Deliverable 1). Si procede con l'implementazione di algoritmi di gestione del traffico, sistemi di monitoraggio, interfacce utente e integrazioni con dispositivi e sensori. Inoltre, si eseguono test di unità, test di integrazione e test di accettazione del software.

L'integrazione dei dati è una fase critica, cruciale per la messa in produzione della piattaforma ITS, e coinvolge la connessione e l'integrazione di dispositivi e sensori come telecamere di sorveglianza, sensori di traffico, sensori ambientali e sistemi di comunicazione. Sono previsti gateway di comunicazione per consentire lo scambio di dati tra i vari componenti del sistema ITS. L'implementazione dei sistemi di comunicazione è altrettanto essenziale, coinvolgendo la creazione di reti di comunicazione ad alta velocità e la configurazione di protocolli di comunicazione e di sicurezza per proteggere i dati sensibili.

La salvaguardia e la protezione dei dati sono sempre prioritarie, pertanto vengono implementate misure di sicurezza e piani di gestione della sicurezza per proteggere il sistema ITS da minacce informatiche.

La fase di test e validazione prevede l'esecuzione di test approfonditi per verificare il funzionamento del software ITS in diverse condizioni e scenari. Il sistema viene validato in situazioni reali. La formazione e la documentazione sono essenziali per garantire che il personale coinvolto nell'uso e nella manutenzione del sistema ITS sia adeguatamente preparato. Vengono sviluppati materiali di formazione e documentazione tecnica, inclusi manuali utente e linee guida.

L'implementazione e l'integrazione sul campo richiedono l'installazione fisica dei dispositivi e dei componenti del sistema ITS, assicurando l'interoperabilità tra i vari sistemi e dispositivi. Il monitoraggio e la manutenzione continua sono attività imprescindibili per garantire il funzionamento stabile del sistema ITS. Sono attivati sistemi di monitoraggio in tempo reale per rilevare eventuali anomalie o guasti, e si attuano piani di manutenzione preventiva e correttiva. La gestione del progetto e la reportistica includono il coordinamento delle attività, la gestione delle risorse e la reportistica periodica agli stakeholder. Si monitora l'andamento del progetto rispetto ai piani iniziali e si apportano eventuali adeguamenti.

Queste attività costituiscono il nucleo del progetto di sviluppo della piattaforma ITS, con l'obiettivo di creare un sistema altamente efficiente, sicuro e in grado di soddisfare le esigenze delle parti interessate.

3. Requisiti dei software proposti

Il catalogo delle buone pratiche dei sistemi ITS (Deliverable 1) e una revisione esaustiva dello stato dell'arte in questo ambito hanno portato ad identificare un requisito primario per una piattaforma ITS: l'architettura a microservizi. Di seguito sono quindi elencati gli ulteriori requisiti chiave.

Requisiti Funzionali

1. Rilevamento del rumore:

- Il sistema deve essere in grado di rilevare e monitorare i livelli di rumore nelle aree circostanti alle strade e alle infrastrutture portuali.
- Deve essere possibile registrare e archiviare i dati (su rete/database proprietari) sul rumore in tempo reale.
- Il sistema deve consentire la generazione di report periodici sulle misurazioni dei livelli di rumore.

2. Identificazione degli itinerari dei mezzi pesanti:

- La piattaforma deve essere in grado di rilevare e identificare i mezzi pesanti che transitano nelle diverse strade e percorsi.
- Deve essere possibile tracciare e registrare gli itinerari dei mezzi pesanti nel tempo.
- Il sistema deve consentire di generare report sull'utilizzo delle strade da parte dei mezzi pesanti.

Per ogni itinerario, il sistema deve calcolare una stima della densità abitativa dei centri abitati attraversati e delle abitazioni direttamente presenti lato strada e affette da un eventuale aumento del rumore.

3. Integrazione dei microservizi:

- La piattaforma deve integrare microservizi dedicati per il rilevamento del rumore e l'identificazione degli itinerari dei mezzi pesanti.
- Deve essere possibile gestire e scalare in modo flessibile questi microservizi in base alle esigenze.

4. Interfaccia utente intuitiva:

- Il sistema deve fornire un'interfaccia utente intuitiva e accessibile per gli operatori e gli amministratori.
- L'interfaccia utente deve consentire la visualizzazione dei dati in tempo reale e l'accesso a report storici.

Requisiti Non Funzionali

5. Sicurezza e privacy:

- Il sistema deve garantire la sicurezza dei dati raccolti, il rispetto della privacy degli utenti e la conformità alle normative sulla protezione dei dati personali.
- Devono essere implementate misure di sicurezza per prevenire accessi non autorizzati e per proteggere le informazioni sensibili.

6. Affidabilità e disponibilità:

- La piattaforma ITS deve essere altamente affidabile e disponibile, in modo da poter essere utilizzata in modo continuativo senza interruzioni significative.
- Devono essere previste procedure di backup e ripristino dei dati per garantire la continuità operativa.

7. Scalabilità:

- Il sistema deve essere progettato per essere facilmente scalabile per gestire un aumento del volume di dati e dei dispositivi sensori senza compromettere le prestazioni.

8. Integrazione con sistemi esterni:

- La piattaforma deve essere in grado di integrarsi con altri sistemi ITS e con i sistemi di gestione del traffico portuale.
- La piattaforma deve supportare standard di comunicazione aperti e interoperabili.

9. Manutenzione e aggiornamenti:

- Deve essere prevista una pianificazione per la manutenzione regolare del sistema e per l'applicazione di aggiornamenti software.
- La manutenzione dovrebbe causare il minimo impatto sulle operazioni in corso.

10. Documentazione e formazione:

- Deve essere fornita documentazione tecnica dettagliata per gli operatori e gli amministratori del sistema.
- Devono essere previste sessioni di formazione per garantire una corretta gestione del sistema.

11. Monitoraggio delle prestazioni:

- Il sistema deve consentire il monitoraggio delle prestazioni dei sensori di rilevamento rumore e dell'identificazione degli itinerari dei mezzi pesanti.
- Deve essere possibile definire soglie e avvisi per le prestazioni anomale.

12. Conformità alle normative ambientali:

- La piattaforma deve essere progettata in conformità alle normative ambientali vigenti in materia di monitoraggio del rumore e delle attività dei mezzi pesanti.

4. Piattaforma ed architettura del sistema

L'infrastruttura tecnologica della piattaforma ITS deve fondarsi sui principi di solidità, tutela e adattabilità del sistema. L'utilizzo di reti e server dedicati assicura la tutela e la salvaguardia dei dati sensibili, evitando possibili minacce informatiche e garantendo la confidenzialità delle informazioni.

L'infrastruttura dati (vedasi figura 1) include una rete di sensori di monitoraggio che rendono possibile una raccolta di dati in tempo reale sul traffico, sulle condizioni stradali e ambientali, consentendo un'analisi più accurata e una risposta più rapida agli eventi. I sensori comunicano attraverso una rete privata con il centro di elaborazione che comprende i server dedicati all'acquisizione dei dati e alla gestione dei microservizi necessari a fornire l'accesso alle funzionalità del sistema. I dati raccolti sono centralizzati e replicati in più server, con l'obiettivo di garantire massima flessibilità nella creazione di servizi di infomobilità e monitoraggio, e allo stesso tempo mantenere un livello di fault tolerance adeguato all'importanza e al valore dei dati trattati.

Nell'implementazione di algoritmi per l'analisi del traffico e il suggerimento di percorsi che minimizzino il passaggio su strade attraverso centri abitati, è fondamentale considerare diversi aspetti. Iniziamo con l'acquisizione e l'aggiornamento dei dati del traffico, che dovrebbero essere tempestivi e precisi, provenienti da fonti affidabili come sensori di traffico e telecamere di sorveglianza.

Una delle priorità è identificare chiaramente le strade che attraversano centri abitati o zone densamente popolate. Questa informazione è cruciale per evitare tali strade nei percorsi suggeriti. Tuttavia, la scelta del percorso ottimale dovrebbe anche considerare altri fattori come la distanza più breve, il tempo di percorrenza minimo e l'eventuale impatto ambientale.

La sicurezza stradale è un elemento di primaria importanza. Gli algoritmi devono evitare percorsi che comportino rischi elevati per la sicurezza, come strade pericolose o congestionate. Dovrebbero anche rispettare rigorosamente le normative stradali, inclusi limiti di velocità e segnaletica stradale.

Per migliorare la precisione dei percorsi, è importante rilevare e considerare le condizioni attuali del traffico, inclusi ingorghi, incidenti e lavori stradali. Inoltre, i conducenti dovrebbero ricevere feedback in tempo reale sui percorsi suggeriti e sulle condizioni stradali attuali attraverso applicazioni o dispositivi di navigazione.

Gli utenti devono avere la possibilità di personalizzare i percorsi in base a preferenze individuali, come evitare completamente le strade urbane o privilegiare strade panoramiche. Inoltre, gli algoritmi devono essere efficienti dal punto di vista computazionale per calcolare i percorsi in tempo utile, specialmente quando si tratta di grandi volumi di dati e utenti.

L'integrazione con servizi di navigazione e applicazioni GPS è essenziale per fornire indicazioni dettagliate ai conducenti. Inoltre, valutare l'effetto ambientale dei percorsi, come la minimizzazione



delle emissioni di gas serra o del consumo di carburante, può essere un importante aspetto da considerare.

Infine, è importante garantire che gli algoritmi rispettino tutte le normative e le leggi locali relative alla navigazione stradale e alla protezione dell'ambiente. Un sistema di monitoraggio e valutazione continua dovrebbe essere implementato per misurare l'efficacia degli algoritmi e apportare miglioramenti continui. In sintesi, la progettazione degli algoritmi per la gestione del traffico richiede una ponderata combinazione di efficienza operativa, sicurezza stradale e considerazioni ambientali, con l'obiettivo di ottimizzare i percorsi suggeriti.

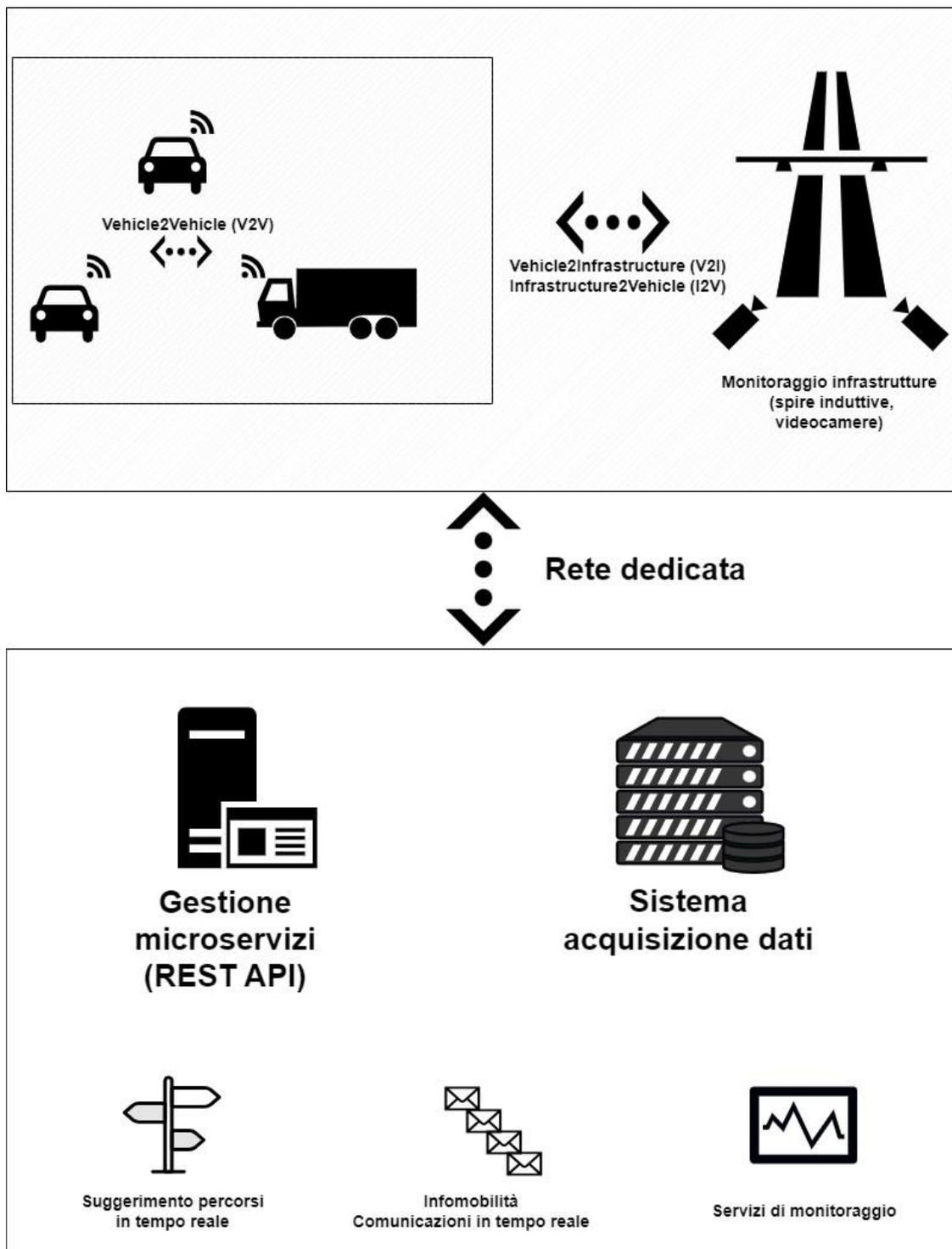


Figura 1: architettura di un sistema C-ITS (Cooperative Intelligent Transportation System). I diversi sistemi di comunicazione (V2V, V2I, I2V) connettono tra di loro le entità coinvolte nei flussi di mobilità. Il sistema di acquisizione dati e gestione microservizi integra tutte le informazioni ricevute da infrastrutture e veicoli, al fine di creare servizi di infomobilità e monitoraggio.

5. Documentazione

La documentazione della piattaforma ITS è fondamentale per garantire una corretta implementazione, manutenzione e utilizzo del sistema. La documentazione necessaria si compone dei seguenti elementi.

1. Manuale utente:

- Deve essere fornito un manuale utente completo e dettagliato che spieghi in modo chiaro e accessibile come utilizzare la piattaforma ITS.
- Il manuale deve coprire tutte le funzionalità principali e includere istruzioni passo-passo, esempi e illustrazioni.

2. Manuale di installazione e configurazione:

- Deve essere disponibile un manuale specifico per l'installazione e la configurazione del sistema ITS.
- Questo manuale dovrebbe guidare gli amministratori nella corretta installazione del software e nella configurazione dei componenti hardware, inclusi sensori e dispositivi di comunicazione.

3. Manuale di manutenzione:

- Deve essere fornito un manuale di manutenzione che descriva le procedure di manutenzione preventiva e correttiva per tutti i componenti della piattaforma ITS.
- Include istruzioni per la sostituzione dei componenti difettosi o obsoleti e la risoluzione dei problemi comuni.

4. Documentazione tecnica:

- Deve essere disponibile una documentazione tecnica dettagliata per gli sviluppatori e gli ingegneri responsabili della personalizzazione, dell'estensione o della risoluzione dei problemi del sistema.
- Questa documentazione dovrebbe includere diagrammi architeturali, specifiche delle interfacce, API e altre informazioni tecniche rilevanti.

5. Documentazione dei requisiti:

- È essenziale documentare chiaramente i requisiti funzionali e non funzionali del sistema ITS.
- Questa documentazione dovrebbe definire in modo chiaro gli obiettivi del sistema e le aspettative delle parti interessate.

6. Documentazione delle politiche di sicurezza e privacy:

- Devono essere documentate le politiche di sicurezza e privacy associate alla piattaforma ITS.
- Questa documentazione deve spiegare come i dati vengono protetti, gestiti e condivisi, rispettando le leggi e le normative applicabili.

7. Documentazione delle interfacce e delle integrazioni:

- Va resa disponibile una documentazione completa sulle interfacce e le integrazioni con altri

sistemi o dispositivi.

- Questa documentazione deve spiegare come avvengono le comunicazioni e come è possibile integrare il sistema con altri sistemi ITS.

8. Documentazione dei flussi di dati:

- Deve essere fornita una documentazione dettagliata sui flussi di dati all'interno del sistema ITS.
- Questa documentazione dovrebbe descrivere come vengono raccolti, elaborati, archiviati e trasmessi i dati all'interno del sistema.

9. Pianificazione di aggiornamenti e miglioramenti:

- La documentazione dovrebbe includere una pianificazione per gli aggiornamenti del software e dell'hardware, insieme a istruzioni su come eseguirli in modo sicuro.

10. Registrazione delle modifiche:

- È importante tenere un registro delle modifiche apportate alla piattaforma ITS, inclusi dettagli su chi ha apportato le modifiche e quando sono state effettuate.

11. Formazione degli utenti:

- La documentazione dovrebbe includere un piano di formazione per gli utenti finali, che spieghi come utilizzare efficacemente la piattaforma ITS per svolgere le loro attività specifiche.

12. Supporto e contatti:

- Deve essere chiaro come gli utenti possono ottenere supporto in caso di problemi o domande relative alla piattaforma ITS. Fornire contatti di riferimento è fondamentale.

Assicurarsi che questa documentazione sia facilmente accessibile, ben organizzata e regolarmente aggiornata è essenziale per garantire che la piattaforma ITS sia utilizzata in modo efficace, sicuro e conforme alle normative.

6. Caso d'uso: Low Noise Routing

Un sistema di instradamento a basso impatto acustico (Low Noise Routing – LNR) si fonda sui requisiti di sistema ITS descritti nei punti precedenti del presente documento. Considerati tali requisiti, il sistema di instradamento consiste in una verticalizzazione di sistema ITS.

Un sistema LNR richiede una combinazione di dati geografici, algoritmi avanzati, tecnologie di comunicazione e servizi in tempo reale. In questo contesto, la capacità di adattarsi alle condizioni mutevoli del traffico e alle preferenze dell'utente è fondamentale per fornire percorsi efficaci e soddisfare le esigenze degli utenti.

I requisiti specifici del sistema di tipo LNR sono descritti dagli elementi qui di seguito, mentre uno schema concettuale del sistema è fornito in figura 4.

1. Dati geografici e mappa digitale

La mappa OSM (OpenStreetMap¹) viene acquisita e gestita dal sistema. La mappa contiene informazioni su strade, autostrade, sentieri, centri abitati, limiti di velocità e altre caratteristiche geografiche. La Figura 2 mostra un esempio di render da OSM.

2. Sorgenti di dati territoriali

Per minimizzare il passaggio all'interno dei centri abitati, il sistema deve avere accesso ai dati relativi alla composizione del territorio, in modo da arricchire il grafo stradale con indici relativi ai centri abitati attraversati da ogni segmento stradale (si veda a tal proposito la Figura 3).



Figura 2: grafo stradale OpenStreetMap sovrapposto ad immagine satellitare. La zona di riferimento è costituita dalle province di Livorno, Lucca e Pisa



Figura 3: dati relativi alla densità abitativa sovrapposti al grafo stradale delle province di Livorno, Lucca e Pisa

¹ <https://www.openstreetmap.org/>

3. Algoritmi di pianificazione del percorso

Gli algoritmi di routing sono il nucleo del sistema: devono essere in grado di calcolare percorsi ottimali che tengano conto delle esigenze di minimizzazione dell'impatto acustico nei centri abitati.

4. Interfaccia utente

L'interfaccia utente deve consentire agli utenti di inserire le loro preferenze di percorso e visualizzare le indicazioni in modo compatibile con le esigenze degli autisti.

5. Applicazioni mobili o dispositivi di navigazione

Il sistema può essere accessibile tramite app mobili o dispositivi di navigazione android dedicati. Questi dispositivi devono essere in grado di ricevere e visualizzare le indicazioni, nonché comunicare con il server per aggiornamenti in tempo reale.

6. Sistemi di posizionamento

Il sistema di riferimento per i dati di posizionamento dei veicoli è il GPS.

7. Geocoding e Reverse Geocoding

Il sistema deve garantire l'accesso a servizi capaci di tradurre indirizzi e coordinate geografiche l'uno nell'altro (*geocoding* e *reverse geocoding*). Questi sono utili per determinare l'ubicazione esatta degli indirizzi inseriti dagli utenti e per identificare le aree urbane.

8. Integrazione di database di punti di interesse (POI)

Per arricchire l'esperienza dell'utente, il sistema può integrare informazioni sui punti di interesse, come ristoranti, stazioni di servizio, hotel e altri luoghi di interesse.

9. Sicurezza e privacy

La sicurezza dei dati dell'utente e il rispetto della privacy sono di estrema importanza. L'infrastruttura deve includere misure di sicurezza per proteggere i dati sensibili degli utenti.

10. Manutenzione e aggiornamenti

L'infrastruttura deve prevedere un piano di manutenzione regolare per garantire che le mappe e i dati siano aggiornati e che il sistema sia sempre affidabile.

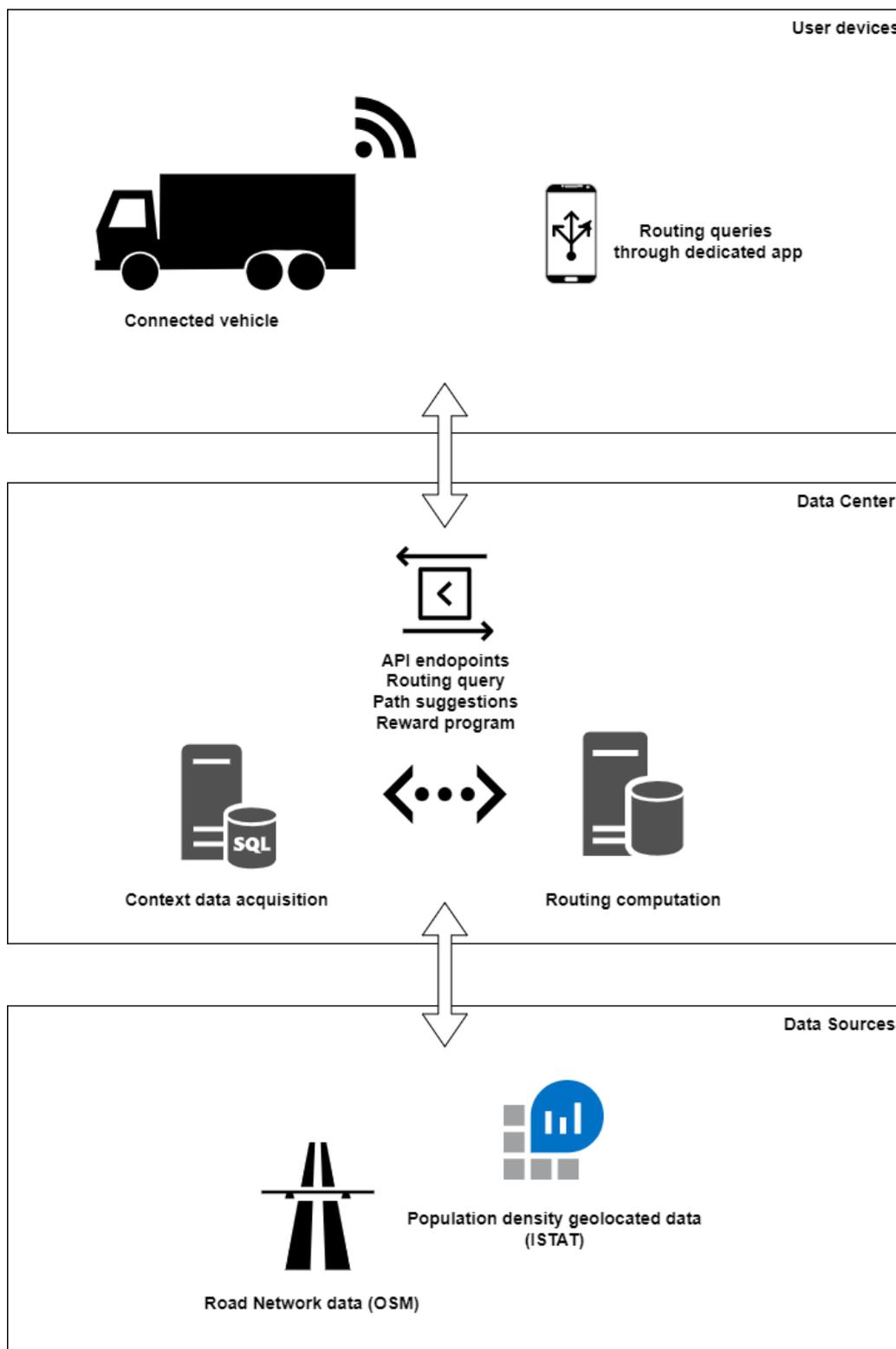


Figura 4: architettura del sistema per il suggerimento di percorsi a basso impatto di inquinamento acustico. I dispositivi installati sui mezzi di trasporto comunicano con il sistema, richiedendo suggerimenti sui percorsi da seguire per arrivare a destinazione, partecipando ad un piano di incentivi in base all'aderenza ai suggerimenti ricevuti.