



Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE ED AMBIENTALE

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

VALIDAZIONE ED INTEGRAZIONE DEI SISTEMI DI MONITORAGGIO DEL TRAFFICO NELL'AREA DI PORTO MARGHERA

Relatore: Prof. Ing. Luca Della Lucia

Laureando: Enrico Dalla Costa

Matricola: 10570777

Anno Accademico 2014-2015

*“Dalla vetta non si va in nessun posto,
si può solo scendere”*

Mauro Corona

Innanzitutto ringrazio il Professor Ing. Della Lucia Luca per l'attenzione e la disponibilità che mi ha dedicato nel periodo di svolgimento del presente elaborato di tesi e all'Autorità Portuale di Venezia per il supporto e i materiali forniti.

Desidero inoltre ringraziare Antonio Revedin, Direttore della Direzione Pianificazione Strategica e Sviluppo dell'Autorità Portuale di Venezia per l'opportunità concessami, e l'Ing. Paolo Menegazzo per la sua disponibilità e per avermi costantemente seguito ed aiutato nella ricerca di materiali ed informazioni per lo svolgimento del lavoro.

Ringrazio poi la mia famiglia, che mi ha sempre lasciato massima libertà nelle scelte, ed ha permesso il raggiungimento di questo primo importante traguardo della mia vita.

Sommario

1	Introduzione	1
2	Inquadramento Territoriale	3
2.1	Accessibilità stradale del Porto Commerciale di Venezia...	4
2.2	L'isola di Porto Marghera	5
2.2.1	Assetto della viabilità dentro l'isola di porto Marghera.	7
2.2.2	Il gate di via dell'Azoto e l'area dei terminal.....	9
2.3	I Terminal dell'isola portuale.....	10
2.3.1	Terminal container	11
2.3.1.1	PSA – Vecon.....	11
2.3.1.2	TIV	13
2.3.2	Terminal rinfuse.....	15
2.3.2.1	TRI.....	15
2.3.2.2	MultiService	16
3	Strumenti e dotazioni per il monitoraggio del traffico.....	19
3.1	Dotazione degli strumenti APV	19
3.1.1	Telecamere.....	20
3.1.2	Sensori per il monitoraggio del traffico.....	22
3.1.2.1	Sensori di rilevamento del campo magnetico	22
3.1.2.2	Sensori ad ultrasuoni.....	24
3.2	Software.....	28
3.2.1	Trafficbook	28
3.2.2	Aivu Device C	32
3.2.3	Upview.....	34

3.2.4	Software gestore delle corsie del gate di via dell'Azoto	37
4	Logica del sistema di controllo del traffico.....	39
4.1	Strumenti necessari per la regolazione del traffico.....	39
4.2	Algoritmo di regolazione del traffico.....	41
4.2.1	Regolazione dei semafori.....	41
4.2.2	Regolazione dei pannelli.....	42
5	Verifica e validazione dei dati.....	45
5.1	Procedura base.....	45
5.2	Strategia per l'analisi del gate.....	46
5.2.1	Collegamento alle telecamere.....	46
5.2.2	Conteggio da riprese video.....	47
5.2.3	Download dei report da TrafficBook.....	51
5.2.3.1	Report dei sensori ad ultrasuoni.....	51
5.2.4	Report dei sensori magnetici.....	53
5.2.5	Download dei filmati.....	55
5.3	Strategia per terminal.....	56
5.3.1	Collegamento alle telecamere.....	56
5.3.2	Conteggio video.....	57
5.3.3	Download dei report TrafficBook.....	58
5.3.3.1	Report dei sensori magnetici.....	59
5.3.4	Download dei filmati.....	61
6	Analisi e correlazione dei dati.....	63
6.1	Sensoristica nel gate di via dell'Azoto.....	63
6.1.1	Analisi generale dei dati sui sensori ad ultrasuoni.....	65
6.1.1.1	Analisi generale dei dati sui sensori magnetici al gate	
	66	
6.1.2	Incidenza di alcuni parametri sull'errore dei conteggi..	68

6.1.2.1	Analisi aggregata per corsia	68
6.1.2.2	Analisi dell'errore nei singoli passaggi.....	74
6.1.2.2.1	Sessione rilevata:12-01-2015	80
6.1.2.2.2	Sessione rilevata:08-01-2015	88
6.1.2.2.3	Sessione rilevata:07-01-2015	93
6.2	Sensoristica nelle corsie di accesso ai terminal.....	95
6.2.1	Analisi generale dei dati	97
6.2.2	Analisi della classificazione del traffico nei report aggregati dei sensori magnetici.....	103
6.2.2.1	Sessione rilevazione: 12-01-2015 TIV.....	104
6.3	Analisi dei dati del traffico notturno al gate	110
7	Utilizzo di software per il conteggio automatico tramite video 117	
7.1	Conteggi automatici tramite <i>matching</i>	117
7.2	Conteggi automatici tramite <i>tracking</i>	118
8	Conclusioni.....	121
9	Bibliografia.....	125
9.1	Siti web consultati	126

Indice delle figure

Figura 2.1 - Volumi di traffico giornaliero (anno 2012) – Fonte dati Provincia di Venezia.....	4
Figura 2.2 - Rappresentazione schematica dell'isola di porto Marghera.....	6
Figura 2.3 - Assetto della viabilità dell'isola di porto Marghera....	8
Figura 2.4 - Rappresentazione dei varchi di entrata ed uscita dall'area portuale.....	9
Figura 2.5 - Dislocazione spaziale dei terminal dentro all'isola portuale ante riorganizzazione.....	11
Figura 2.6 - Gru mobili Gottwald.	15
Figura 2.7 - Panette di ghisa.	16
Figura 2.8 – Caricatori a disposizione di Multiservice.....	18
Figura 3.1 - Sinottico dell'area portuale.....	21
Figura 3.2 - Visuale di tutte le telecamere del porto.	21
Figura 3.3 - Telecamera AXIS Q6034-E PTZ.....	22
Figura 3.4 - Installazione tipo di sensori ad ultrasuoni perpendicolare al manto stradale.....	24
Figura 3.5 - Principio di trasmissione e riflessione di impulsi ultrasonici della superficie stradale in presenza o in assenza di un veicolo.....	26
Figura 3.6 - Esempio di installazione di sensori ad ultrasuoni.	27
Figura 3.7 - TrafficBook: Postazioni.....	29
Figura 3.8- TrafficBook: Report.....	29
Figura 3.9- TrafficBook: Stato sensori.....	31
Figura 3.10 - Interfaccia Aivu Device C.	33

Figura 3.11 - Interfaccia Upview.....	35
Figura 3.12 - Interfaccia del Software (tutto il gate).....	37
Figura 3.13 - Interfaccia del Software (coppia di corsie)	38
Figura 4.1 - Sinottico di sensori e semafori	40
Figura 4.2 - Esempi di informazioni trasmesse da pannelli a messaggio variabile.....	44
Figura 5.1 - Visuale del gate da dentro e fuori area grigia.....	46
Figura 5.2 - Scherma per la raccolta dati tramite videocamere....	47
Figura 5.3 - Esempio di veicolo della categoria A	48
Figura 5.4 - Esempio di veicolo della categoria B	48
Figura 5.5 - Esempio di veicolo della categoria C	49
Figura 5.6 - Esempio di veicolo della categoria D.....	49
Figura 5.7 - Esempio di veicolo della categoria E	50
Figura 5.8 - Esempio di veicolo della categoria F	50
Figura 5.9 - Esempio di report originale di TrafficBook.....	51
Figura 5.10 - Esempio di report di TrafficBook dopo manipolazione	52
Figura 5.11 - Posizione dei sensori magnetici al gate.....	53
Figura 5.12 - Esempio del report dei sensori magnetici aggregati nel gate	55
Figura 5.13 - Esempio della visuale dell'accesso ai terminal da telecamere	56
Figura 5.14 - Esempio di foglio contenente la raccolta dei dati per conteggi video	58
Figura 5.15 - Sinottico contente la posizione dei sensori magnetici	59
Figura 5.16 - Esempio dei report dei sensori magnetici aggregati nei terminal.....	60

Figura 6.1 - Andamento dell'errore dei sensori laser scanner generale	65
Figura 6.2 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici ed aboveground al gate Azoto	67
Figura 6.3 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-01-2015/9.20 - 12.15	69
Figura 6.4- Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 08-01-2015/11.00 - 13.00	69
Figura 6.5 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 07-01-2015/9.35 - 11.10	70
Figura 6.66 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 17-12-2014/9.05 - 11.10	70
Figura 6.7 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-12-2014,PM/14.00 - 16.00.....	71
Figura 6.8 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-12-2014,AM/9.00 - 13.00.....	71
Figura 6.9 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 11-12-2014/09.45- 15.45.....	72
Figura 6.10 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 10-12-2014/9.35 - 16.00	72
Figura 6.11 - Tasso di errore di ogni sessione di rilievo per corsia	73
Figura 6.12 - Screenshot all'istante 09.30.04 dell'errore	80
Figura 6.13 - Screenshot all'istante 09.33.29 dell'errore	81
Figura 6.14 - Screenshot all'istante 09.40.59 dell'errore	82
Figura 6.15 - Screenshot all'istante 10.50.37 dell'errore 1.....	83
Figura 6.16 - Screenshot all'istante 10.50.37 dell'errore 2.....	83
Figura 6.17 - Screenshot all'istante 10.50.42 dell'errore 3.....	84
Figura 6.18 - Screenshot all'istante 10.58.08 dell'errore	84
Figura 6.19 - Screenshot all'istante 11.40.37 dell'errore 1.....	86

Figura 6.20 - Screenshot all'istante 11.41.02 dell'errore 2.....	86
Figura 6.21 - Screenshot all'istante 11.42.11 dell'errore 3.....	87
Figura 6.22 - Screenshot all'istante 11.49.21 dell'errore	88
Figura 6.23 - Screenshot all'istante 11.00.36 dell'errore	89
Figura 6.24 - Screenshot all'istante 11.09.24 dell'errore	90
Figura 6.25 - Screenshot all'istante 11.57.10 dell'errore 1.....	91
Figura 6.26 - Screenshot all'istante 11.57.15 dell'errore 2.....	91
Figura 6.27- Screenshot all'istante 11.57.20 dell'errore 3.....	91
Figura 6.28 - Screenshot all'istante 11.57.31 dell'errore 4.....	92
Figura 6.29 - Screenshot all'istante 12.16.55 dell'errore	92
Figura 6.30 - Screenshot all'istante 09.52.28 dell'errore	93
Figura 6.31 - Screenshot all'istante 10.24.40 dell'errore	94
Figura 6.32 - Screenshot all'istante 10.36.53 dell'errore	95
Figura 6.33 - Esempio di report dei sensori magnetici.....	96
Figura 6.34 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici di tutti i terminal.....	98
Figura 6.35 - Sinottico dei sensori magnetici	99
Figura 6.36 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici al terminal Vecon.....	100
Figura 6.37 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici per i terminal TIV e TRI.....	101
Figura 6.38 - Posizione sensoristica nelle corsie di accesso a TIV e TRI.....	102
Figura 6.39 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:30:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento.....	105
Figura 6.40 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:35:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento.....	106

Figura 6.41 -Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:40:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento.....	106
Figura 6.42 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:40:00. I sensori indicano un flusso regolare.....	108
Figura 6.43 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:45:00. I sensori indicano un flusso regolare.....	108
Figura 6.44 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:50:00. I sensori indicano un flusso regolare.....	109
Figura 6.45 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:55:00. I sensori indicano un flusso regolare.....	109
Figura 6.46 - Conteggi notturni dei sensori ad ultrasuoni al gate Azoto per corsia (00.00 - 07.00 / 19.00 - 24.00)	111
Figura 7.1 - Screenshot del software durante la sessione di rilievo. I rettangoli rossi con puntatore al centro rappresentano le spire virtuali.....	118
Figura 7.2 - Screenshot del software durante la sessione di rilievo. I puntatori con cerchio rosso al centro rappresentano il veicolo agganciato dalla funzione di tracking.....	119

Indice delle tabelle

Tabella 1- Elenco delle sessioni di rilievo tramite telecamere al gate	64
Tabella 2 – Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 1	80
Tabella 3 – Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 2	81
Tabella 4 - Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 3.....	81
Tabella 5 - Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 4.....	82
Tabella 6– Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 5	84
Tabella 7– Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 6	85
Tabella 8– Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 7	87
Tabella 9– Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 1	88
Tabella 10– Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 2.....	89
Tabella 11– Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 3.....	90
Tabella 12– Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 4.....	92
Tabella 13– Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 1.....	93
Tabella 14Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 2	94
Tabella 15 - Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 3 ...	94
Tabella 16 - Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso ai terminal	97
Tabella 17 -Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso a Vecon	99
Tabella 18 - Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso di TRI e TIV	100
Tabella 19 - Report AGGREGATI 1 , TIV, 12-01-2015	105
Tabella 20 - Report AGGREGATI 2 , TIV, 12-01-2015	107

Tabella 21 - Report dei conteggi dei sensori magnetici al Gate del 16-12-2014, 04-12-2014, 03-12-2014.....	115
---	-----

1 Introduzione

I principali terminal commerciali del Porto di Venezia sono concentrati nell'Isola di Porto Marghera. Qui sono stati svolti, nel periodo recente, lavori di riassetto del sistema di accessibilità con la modifica della configurazione infrastrutturale della viabilità e con la realizzazione di un nuovo sistema di gestione dei varchi di accesso all'area doganale. I varchi sono stati attrezzati con un equipaggiamento tecnologico, mirato anche, al controllo dei fenomeni di congestione dell'area dove sono concentrati gli accessi ai terminal commerciali.

L'oggetto di questo lavoro di tesi è quello di testare e validare il sistema di monitoraggio del traffico veicolare, concepito con particolare attenzione all'aspetto della gestione delle code, per la produzione di statistiche sui volumi di accesso ed, in prospettiva, per il monitoraggio dei tempi di servizio per le diverse categorie di utenza del porto commerciale.

L'area del porto commerciale, essendo anche area a particolare regime doganale, è sottoposta al controllo da parte di diversi soggetti. In particolare dall'Autorità Portuale di Venezia, ente pubblico, il quale possiede il compito di indirizzare, programmare, coordinare, promuovere e controllare le operazioni portuali. L'obiettivo ultimo di Autorità Portuale è quello di aumentare i traffici del Porto di Venezia, per fare ciò, valuta il contesto economico internazionale, il bacino di influenza attuale e potenziale, ed infine lo stato dell'infrastruttura portuale. Facendo riferimento allo stato infrastrutturale del porto, essa inoltre svolge la manutenzione delle parti comuni, e di conseguenza ha appaltato i lavori di riassetto realizzati.

La presente tesi è stata quindi svolta in collaborazione con APV con lo scopo di raccogliere elementi di verifica e messa a punto dei nuovi sistemi di monitoraggio implementati con i recenti lavori di realizzazione del nuovo varco di accesso di via della Azoto. In particolare, oltre ad una verifica della funzionalità dei diversi sistemi si vuole indagare la possibilità di una integrazione dei dati provenienti dai diversi sistemi di monitoraggio per configurare un sistema informativo sulle attività e sulle prestazioni dei servizi portuali.

Nel secondo capitolo verrà esposto l'inquadramento territoriale del porto di Venezia, sia da un punto di vista generale, sia nei confronti della rete stradale di avvicinamento. Verranno poi elencati e descritti i terminal dell'isola di porto Marghera oggetto di questo studio. Nel terzo capitolo vi sarà la rassegna degli ITS utilizzati, mentre nel quarto capitolo sarà descritta la logica del funzionamento dei sistemi e delle tecnologie presenti nel porto, definendone la loro integrazione, con lo scopo di rendere il più chiaro possibile tutti i ragionamenti svolti nella parte centrale di questo lavoro in cui si affrontano le problematiche riguardanti il monitoraggio del traffico, concludendo così di fatto la prima sezione della tesi di carattere introduttivo. Il quinto capitolo verrà dedicato alla spiegazione delle procedure utilizzate per l'acquisizione dati, per poi nel sesto, descrivere l'elaborazione dei dati, affrontando tutte le tematiche esposte, esponendone per ciascuna la relativa analisi. Nel settimo capitolo si tratterà un argomento riguardante l'utilizzo di software per il conteggio video dei veicoli. L'obiettivo di questo capitolo non sarà quello di utilizzare tale strumento per validare o meno le tesi riguardanti le problematiche del Porto, ma più semplicemente capire grazie all'importante quantità di dati già a disposizione, se questi software possono essere un'ulteriore strumento di analisi per il monitoraggio del traffico. Infine, saranno esposte le conclusioni generali, offrendo inoltre un bilancio critico del lavoro svolto ed eventuali soluzioni ai problemi riscontrati.

2 Inquadramento Territoriale

Il Porto di Venezia è situato in una posizione geografica molto favorevole, essendo situato al centro della laguna di Venezia. Tale posizione gli consente di godere di favorevoli caratteristiche generali, quali le condizioni meteorologiche, correnti e maree, accessi al porto, rete di canali interni, disponibilità di aree, avanmare e retroterra.

L'avanmare del porto di Venezia è rappresentato dalle regioni italiane affacciate nel mar Adriatico e nel mar Ionio, dai paesi mediterranei, da quelli del Medio Oriente, da quelli dell'Africa orientale, del Sud ed infine dal Sud-Est asiatico. È possibile affermare quindi che si colloca su direttrici principali. Esso è interessato anche da paesi in via di sviluppo o di nuovo sviluppo, i quali presentano grandi interessi commerciali, sia attuali che in prospettiva. Essendo inoltre al termine del mar Adriatico, consente di utilizzare al massimo il vettore marittimo, potendo puntare così al minimo indispensabile, in via teorica, al trasporto stradale terrestre.

Il Porto di Venezia costituisce il naturale sbocco sul mare della pianura padana, la quale costituisce, assieme alle altre regioni dell'Italia del Nord la locomotiva dell'economia nazionale, con quasi 1.200.000 aziende.

Grazie alla disponibilità di un efficiente sistema infrastrutturale di collegamento con il retroterra, il porto ha la possibilità di sfruttare la sua posizione geografica, potendo inoltre tentare di ampliare al massimo i suoi mercati. Esso è infatti posto al centro di un ampio sistema di infrastrutture, articolato ed integrato in tutti i modi di trasporto disponibili. La rete autostradale ad esempio, consente di arrivare direttamente da Venezia alle più importanti città italiane

ed europee. Inoltre, citando anche la rete ferroviaria, essa è quasi tutta a doppio binario ed elettrificata, consentendo anch'essa un diretto collegamento con le principali città italiane ed europee. La zona portuale è collegata alla rete generale mediante vasti parche ferroviari per operazioni di sosta, di scambio, e di formazione dei treni completi.

Il porto commerciale è posto nelle immediate vicinanze della stazione ferroviaria di Venezia Mestre, la quale si raccorda con tutti i più importanti insediamenti industriali di porto Marghera.

2.1 Accessibilità stradale del Porto Commerciale di Venezia

Essendo questa tesi centrata nel traffico stradale, ed in particolare al suo monitoraggio, verrà descritta la rete viaria esterna all'isola di porto Marghera, considerando le arterie principali per il collegamento con il porto commerciale di Venezia.

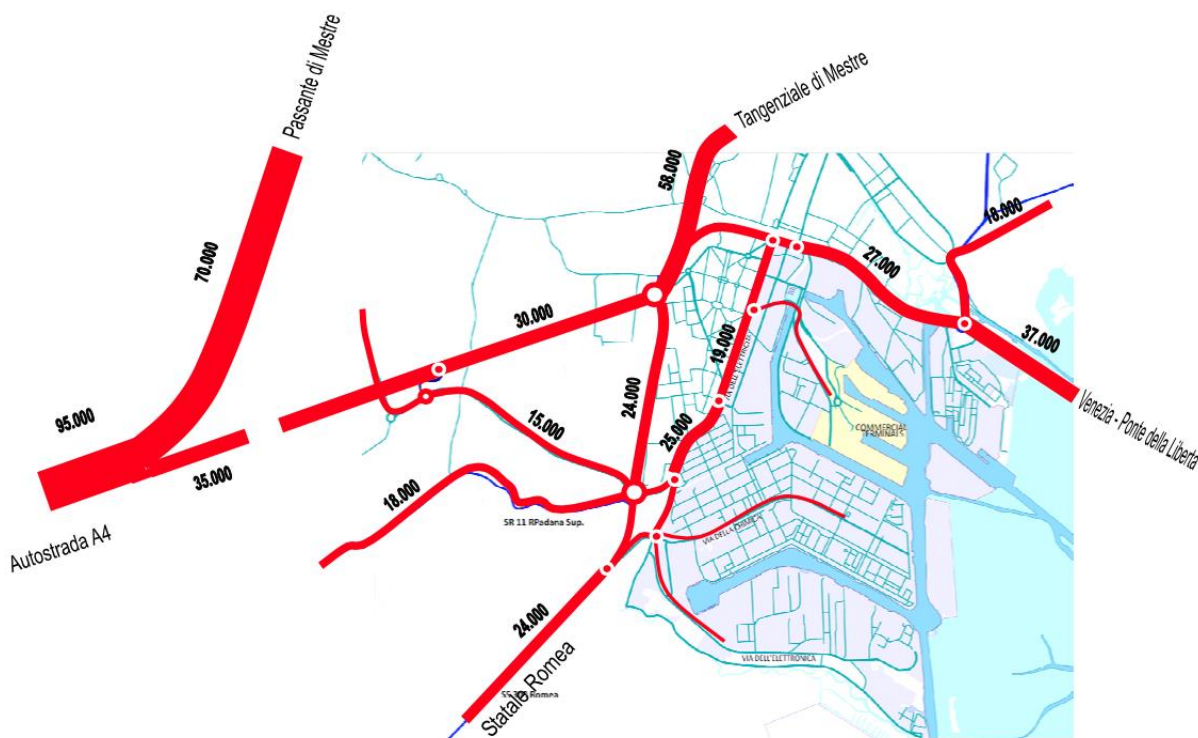


Figura 2.1 - Volumi di traffico giornaliero (anno 2012) – Fonte dati Provincia di Venezia.

Nella Figura 2.1 è rappresentato l'assetto della viabilità (Prof. Ing. Della Lucia & Ing. Molinari, Il sistema dell'accessibilità terrestre, 2012), limitrofo all'isola di Porto Marghera. In essa sono presenti le strade principali, quelle che consentono il collegamento alle categorie di veicoli pesanti, che interessano principalmente il porto, e sono:

- l'autostrada A4;
- il passante di Mestre;
- la tangenziale di Mestre;
- la statale Romea.

Lo spessore delle strade è stato utilizzato per rappresentare la quantità del traffico giornaliero. Oltre alle arterie precedentemente citate, sono state rappresentate anche quelle di minor importanza regionale, ma comunque interessate al traffico dei mezzi avente come destinazione l'isola di porto Marghera, avendo appunto la funzione di collegamento tra la grande viabilità e il porto. Lo studio è stato redatto nel 2012, il quale, tramite un modello di simulazione del traffico, è stato possibile realizzare tale rappresentazione, a partire da una fonte dati della Provincia di Venezia.

2.2 L'isola di Porto Marghera

L'isola di Porto Marghera, è quell'area del Porto di Venezia destinata a contenere principalmente terminal commerciali, rappresentata nella figura 2.2, Al suo interno ne sono presenti quattro, i quali rappresentano il motivo principale del traffico che in questa tesi verrà monitorato.

Come è possibile osservare dalla figura, nella parte inferiore dell'isola di porto Marghera, sono presenti i quattro terminal commerciali, evidenziati attraverso la diversa colorazione dei loro confini; essi sono la causa del traffico trattato in questa tesi, e di conseguenza, ne verrà approfondita la descrizione.

L'area a sinistra di quella occupata dai terminal, è per la maggior parte interessata da spedizionieri ed aziende di trasporto merci. Esse

possono usufruire di ampi piazzali per il deposito e lo scambio dei container, caratteristica che aumenta i vantaggi del Porto di Venezia, il quale, rispetto ad altre realtà portuali italiane, possiede nelle sue immediate vicinanze un'ampia zona di stoccaggio delle merci.

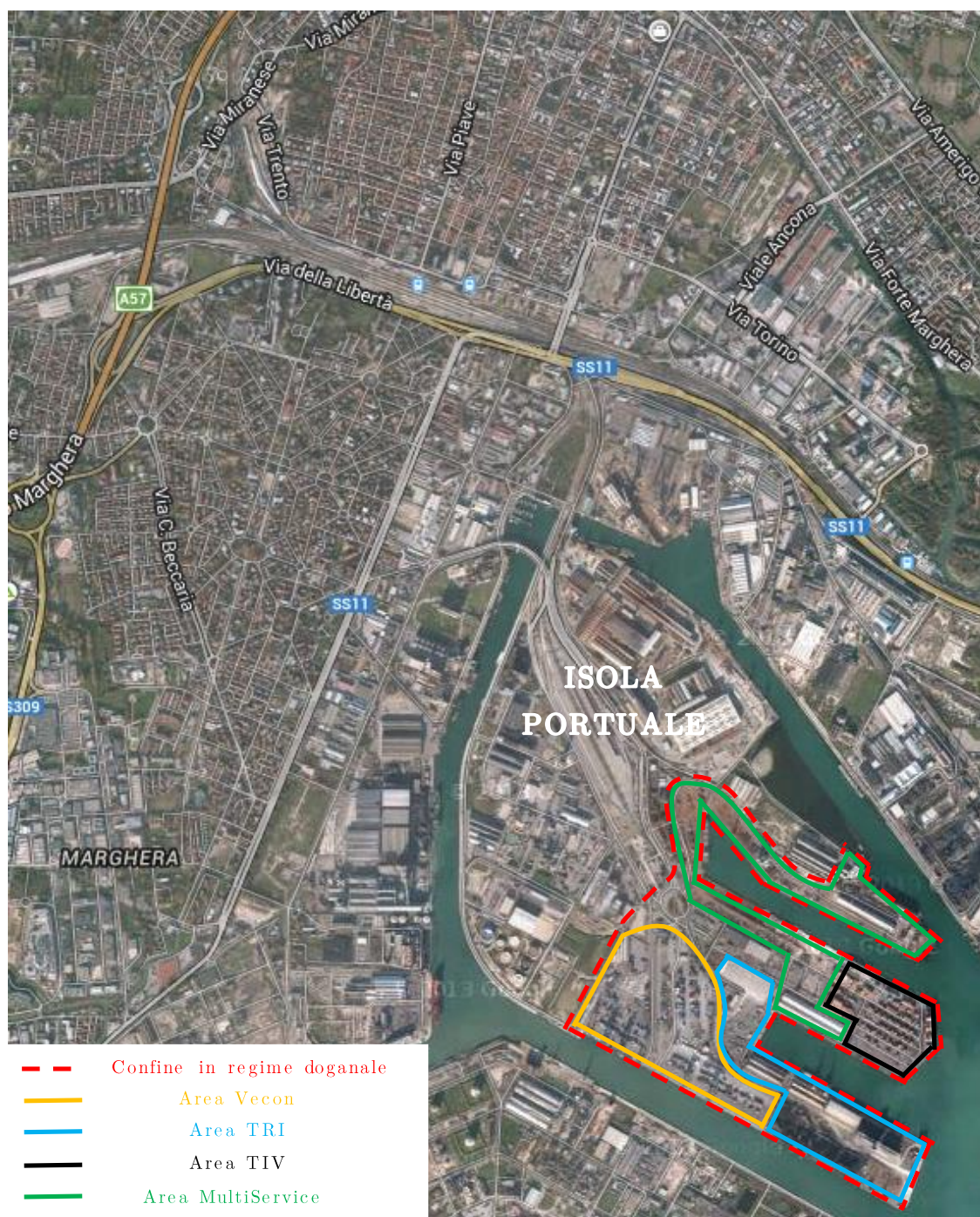


Figura 2.2 - Rappresentazione schematica dell'isola di porto Marghera.

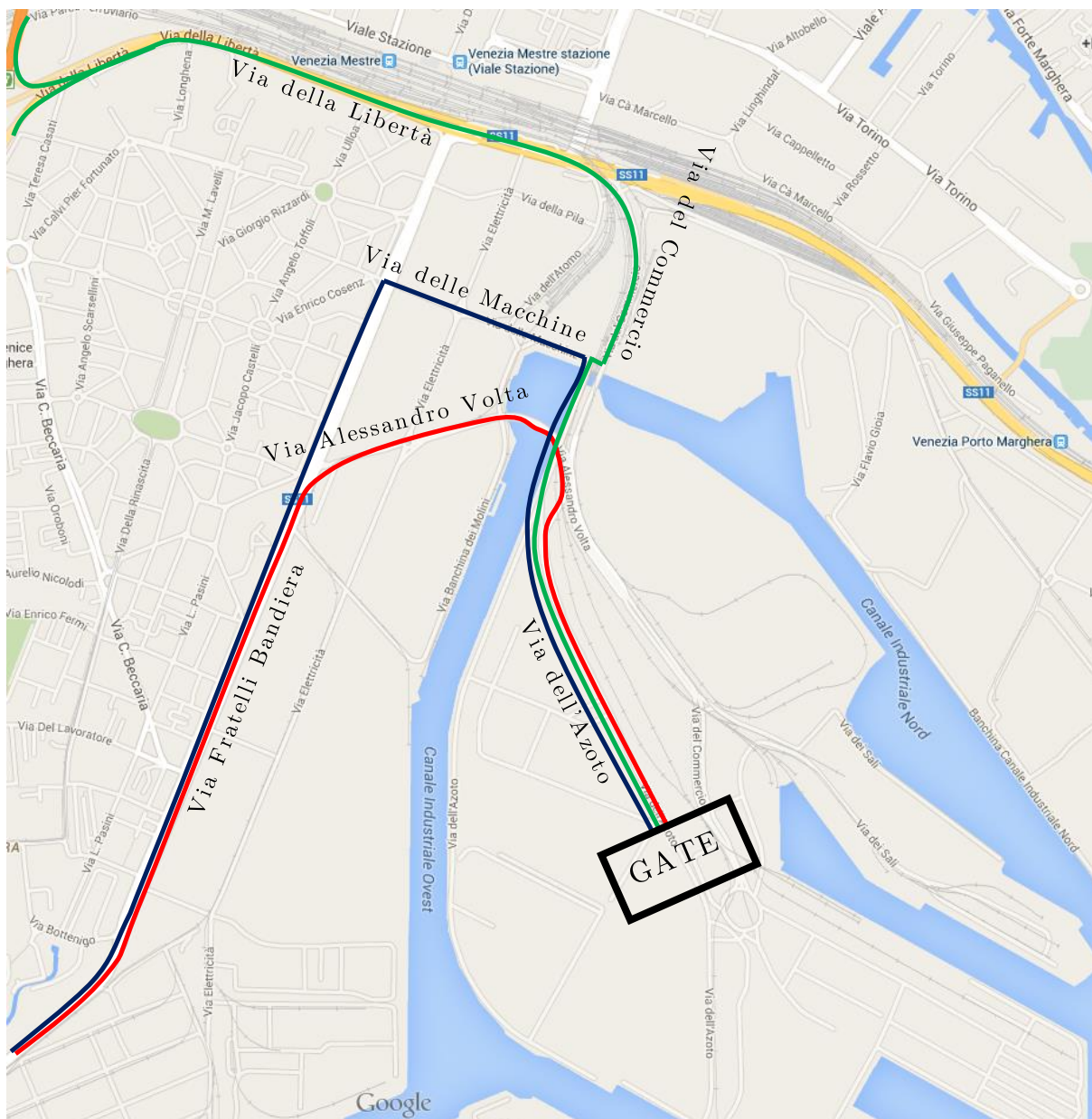
2.2.1 Assetto della viabilità dentro l'isola di porto Marghera

È già stata illustrata nei paragrafi precedenti l'assetto della rete viaria esterna all'isola di porto Marghera. Ora invece si descriverà ciò che essa contiene, partendo dai punti di collegamento dell'isola con la rete principale esterna, precedentemente descritta.

Il traffico si dirige verso l'area doganale, dove operano i quattro terminal che in seguito verranno descritti: Terminal Intermodale Venezia (TIV), Vecon, Multiservice e Terminal Rinfuse Italia (TRI), che, con l'attivazione del nuovo varco (primavera 2014), viene fatto confluire nell'unico ingresso di via dell'Azoto. Prendendo questo come punto di riferimento finale dei percorsi, le vie di accesso sono in totale 3:

1. La prima parte da via Alessandro Volta, che intercetta tutto il traffico proveniente da via Fratelli Bandiera, e più in generale il traffico proveniente dalla strada statale Romea. Per come è stata riorganizzata l'intera area, conduce tramite un ponte strallato che supera il canale industriale ovest direttamente in via dell'Azoto, in particolare rettilineo per la canalizzazione dei veicoli che precede il gate;
2. Un'altra via per accedere al gate sopracitato, è via del Commercio, che intercetta il traffico proveniente dalla Strada Statale 11, nella quale affluisce tutto il traffico proveniente dalla tangenziale di Mestre e di conseguenza dalle Autostrade che essa intercetta, ovvero quelle provenienti da Trieste, Belluno, Bologna e Milano. Una volta imboccata tale via, per raggiungere il varco di accesso al porto di via dell'Azoto è necessario svoltare in via delle Macchine, superando la ferrovia e successivamente svoltare, in modo da raggiungere il gate, costeggiando il canale Industriale Ovest, raccordandosi con via dell'Azoto al termine del ponte strallato in corrispondenza del rettilineo;
3. La terza via per accedere, è una variante della prima per le provenienze da sud, infatti il punto di accesso è in via Delle

Macchine, laterale di via Fratelli Bandiera, la quale raggiunge l'incrocio con la ferrovia. Raggiunto tale incrocio, svoltando a destra, si costeggia il canale Industriale Ovest raggiungendo il gate di via dell'Azoto nuovamente senza percorrere il ponte strallato.



Percorso 1

Percorso 2

Percorso 3

Figura 2.3 - Assetto della viabilità dell'isola di porto Marghera.

Per quanto riguarda l'uscita dal Porto, sono state previste due

diverse possibilità. Quella principale riguarda il superamento di un secondo gate presente in via del Commercio, superato il quale si raggiungono rapidamente strade che fanno parte della viabilità principale. Una seconda possibilità è quella di uscire dal varco di via dell'Azoto; opzione utilizzata in genere, da quei mezzi che devono consegnare contenitori o rinfuse alle aziende di trasporto presenti nell'isola.

2.2.2 Il gate di via dell'Azoto e l'area dei terminal

L'unico modo per raggiungere i terminal, è quello di attraversare il gate posizionato alla fine di via dell'Azoto. Esso è raggiungibile principalmente dal nuovo ponte strallato, al termine del quale inizia un lungo rettilineo che porta al gate.

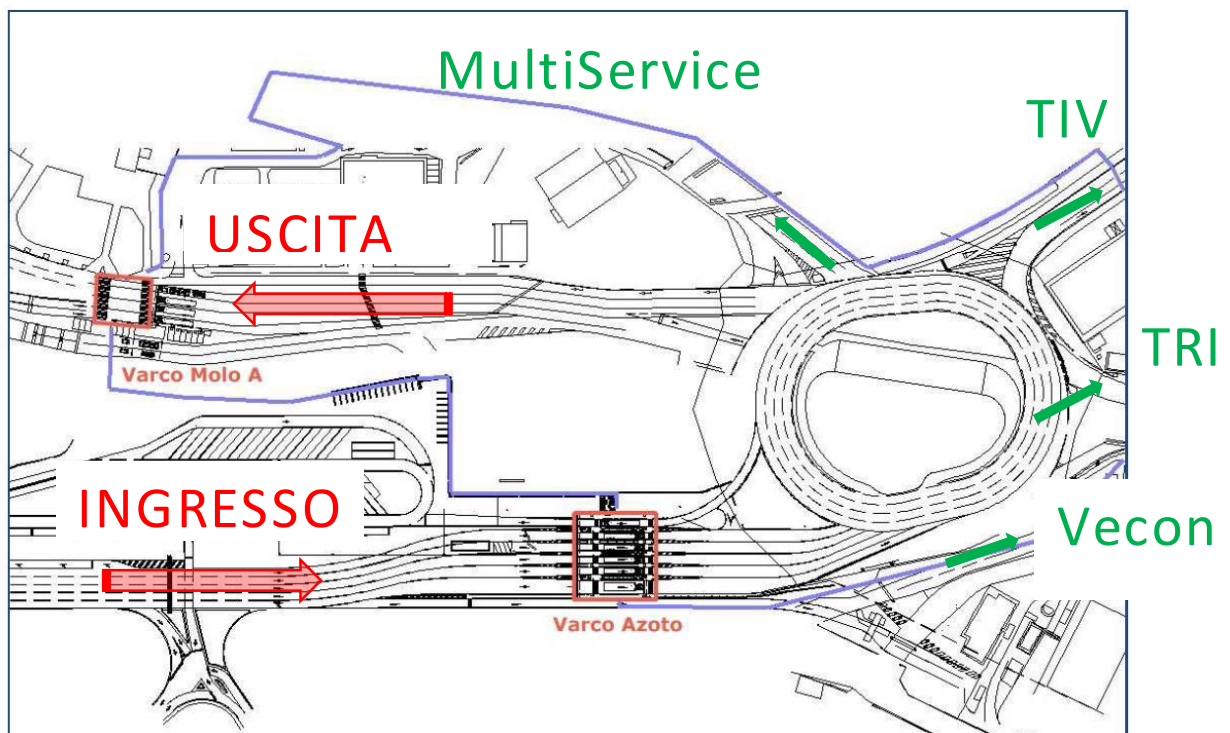


Figura 2.4 - Rappresentazione dei varchi di entrata ed uscita dall'area portuale.

In figura 2.4 è illustrato contemporaneamente il varco di accesso di via dell'Azoto, che quello di uscita denominato Molo A, che sbocca direttamente in via del Commercio. Il lungo rettilineo che si sviluppa

a monte del varco Azoto, ha la funzione principale di trattenere eventuali fenomeni di accodamento all'esterno dell' "area grigia", che identifica il sistema di distribuzione nello spazio compreso tra il varco doganale ed i varchi dei singoli terminal, non congestionando così la viabilità interna, ed in particolare la grande rotatoria, a partire dalla quale si diradano i bracci verso i terminal. Inizialmente il rettilineo è composta da 6 corsie che portano i camion fino al varco, esse sono inizialmente 6 perché una è destinata ad un'area di sosta presente a sinistra del rettilineo, mentre le altre 5 hanno il compito di canalizzare il traffico dei camion nelle varie corsie, le quali sono associate ai terminal, preparandoli all'ingresso nel gate. Il gate è una struttura, al di sotto della quale scorrono 6 corsie, 5 destinate all'accesso all'area ed 1 destinata all'uscita, nella quale vengono svolte operazioni di controllo e sorveglianza. Una volta superato il varco, si giunge ad una rotatoria a 6 bracci. Escluso quello di provenienza, gli altri 4 successivi consentono l'ingresso ai vari terminal, i quali verranno descritti nel successivo paragrafo. La sesta ed ultima uscita della rotatoria, è destinata all'uscita principale dall'area portuale e porta al varco denominato Molo A. Esiste una seconda uscita, ed è situata nel varco Azoto, nel quale è dedicata una corsia per uscire dal Porto.

2.3 I Terminal dell'isola portuale

I terminal presenti nell'isola sono quattro, e possono essere suddivisi in due macro categorie: quella dei terminal container come TIV (Terminal Intermodale Venezia) e PSA - Vecon, e quella dei terminal dedicate alle rinfuse solide, quali TRI (Terminal Rinfuse Italia) e Multiservice. Seguirà ora una breve descrizione di ciascun terminal in modo da poter inquadrare meglio il tipo di traffico movimentato e l'area di Porto a disposizione.

In Figura 2.5 è riportata una rappresentazione dell'area contenente i terminal in cui è chiara la loro dislocazione spaziale all'interno del porto. Essa è precedente agli ultimi lavori di riassetto viario che

hanno comportato le modifiche illustrate precedentemente, ma è comunque significativa in quanto la dislocazione spaziale dei terminal non ha subito alcuna variazione.



Figura 2.5 - Dislocazione spaziale dei terminal dentro all'isola portuale ante riorganizzazione.

2.3.1 Terminal container

2.3.1.1 PSA – Vecon

Vecon è una società per azioni privata, a cui è affidata la gestione di uno dei due terminal container del porto di Venezia. Dal 1997, tale società fa parte del gruppo PSA di Singapore, la cui esperienza internazionale di sviluppo, direzione e gestione portuale è riconosciuta a livello mondiale. PSA ha deciso di investire nel porto di Venezia, in quanto ha riconosciuto la sua posizione strategica, che rende il terminal ideale per collegare l'economia del nord Adriatico,

con i mercati di Estremo e Medio Oriente ed Est Mediterraneo. Negli anni Vecon si è sempre fatta riconoscere per gli ingenti investimenti tecnologici e di *equipment* avanzato, ristrutturando e ottimizzando gli spazi a disposizione, garantendo così un servizio di eccellenza, infatti tali continue miglorie si traducono poi in una maggiore efficienza generale del terminal.

Il terminal dispone di una vasta area attrezzata per il deposito di container standard, di container con merce pericolosa e di allacciamenti per container refrigerati.

Possiede una banchina lunga 852 metri, un piazzale di 28.3 ettari, che gli consente una capacità massima di 420 000 TEU/anno. Per quanto riguarda i mezzi, è fornito di:

- 6 gru di tipo Panamax;
- 3 Transtainer su gomma;
- 7 Reach stackers;
- 20 Prime movers (trattori più rimorchi);
- 3 Heavy Fork lifts.

È dotato inoltre di un collegamento diretto con la rete ferroviaria per mezzo di 4 binari.

Per raggiungere tale terminal, è necessario imboccare la prima uscita della grande rotatoria al centro dell'area Portuale, vi sono due corsie dedicate all'accesso al terminal che è controllato da un portale che regola gli accessi svolgendo le operazione di routine classiche di controllo dei contenitori.

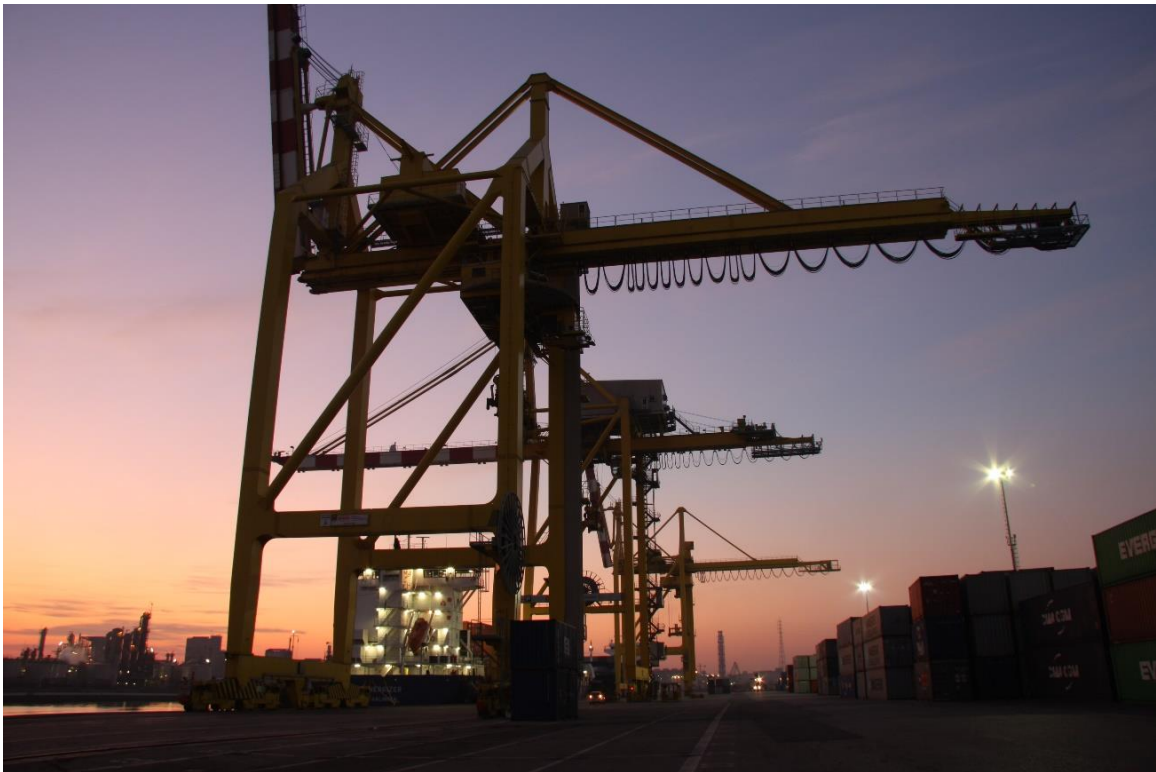


Figura 2.7 - Gru Panamax.



Figura 2.9 - Transtainer su gomma.



Figura 2.8 - Reach stackers.

2.3.1.2 TIV

TIV è l'acronimo di Terminal Intermodale Venezia, società nata nel 1995 dalla Compagnia dei Lavoratori Portuali di Venezia che in seguito alla privatizzazione dei Porti ha ottenuto in concessione il

terminal al molo A del Porto. È controllato dall'inizio del 2003 da Mariner, società impegnata in attività portuali, e da Marinvest. Questa compagine societaria è stata di fondamentale importanza per questo terminal, permettendogli di sviluppare ulteriormente la sua esperienza e professionalità e consentendogli infine di diventare un importante riferimento per la logistica e l'intermodalità a Venezia, puntando sempre sullo sviluppo dell'efficienza.

Le infrastrutture a disposizione del terminal sono più che idonee per le operazioni nel settore delle merci containerizzate e della logistica. Le attività vengono svolte in un'area di circa 13 ettari, nei quali sono previste aree dedicate al posizionamento di container frigoriferi e di container contenenti merci pericolose. Dispone in concessione all'uso esclusivo di quattro banchine, denominate Veneto, Trento, Bolzano e Lombardia, per un'estensione totale di 1000 metri per un pescaggio lungo banchina di 11.4 metri, che permette efficienti operazioni di imbarco e sbarco di container dalle navi ormeggiate.

Le attrezzature possedute da TIV per la movimentazione dei contenitori sono:

- 3 gru mobili Gottwald;
- 4 Forklifts;
- 11 Reach Stackers;
- 6 ralle motrici;
- 6 corner-less trailers;
- 11 mafi trailers da 20/40';
- 11 mafi trailers da 40'.

È provvista infine di un collegamento diretto con la rete ferroviaria dal proprio interno attraverso 3 binari.

Per raggiungere tale terminal, è necessario imboccare la terza uscita della grande rotatoria al centro dell'area Portuale. Vi sono due corsie dedicate all'accesso al terminal più una che consente l'accesso ad un altro terminale, Multiservice, che ha l'entrata comune appunto con TIV per quanto riguarda una banchina.



Figura 2.6 - Gru mobili Gottwald.

2.3.2 Terminal rinfuse

2.3.2.1 TRI

TRI è l'acronimo di Terminal Rinfuse Italia, ed è gestito dal gruppo internazionale Euroports. Questo terminal è caratterizzato da grandi spazi per l'approdo di navi merce, e la possibilità di utilizzare magazzini capienti, trattando principalmente prodotti agro-alimentari e rinfuse nere come il carbone, le ferroleghie e la ghisa. Svolge anche operazioni di ro-ro.

L'area totale a disposizione per gestire tutta questa varietà di merci è di circa 28 ettari con 1753 metri di lunghezza delle banchine. Il loro pescaggio è di 11.5 metri per le banchine Piemonte, Romagna ed Emilia mentre per la banchina Aosta il pescaggio dalla nave è di 11.3metri. Sono presenti inoltre 53000 mq di magazzini.

La dotazione di mezzi meccanici dell'impresa è composta da:

- 2 gottwald con capacità di sollevamento di 100 tonnellate;
- 2 gru da capacità di sollevamento di 40 tonnellate,
- 8 gantry cranes
- 10 wheel loaders
- 8 forklifts
- 3 tug masters
- 2 work plattforms.



Figura 2.7 - Panette di ghisa.

È provvista infine di un collegamento diretto con la rete ferroviaria dal proprio interno, i binari arrivano fino dentro i silos i quali possono caricare direttamente nei convogli le varie rinfuse.

Per raggiungere tale terminal, è necessario imboccare la seconda uscita della grande rotatoria al centro dell'area Portuale. Vi sono due corsie dedicate all'accesso al terminal al termine delle quali si trova un portale con due accessi con relative bilance per effettuare il controllo delle merci.

2.3.2.2 MultiService

Le sue attività principali di imbarco e sbarco si occupano di ogni tipologia di merce: prodotti siderurgici in colli e alla rinfusa, di altre

rinfuse quali cereali, sfarinati, fertilizzanti, sabbia, concludendo poi con impiantistica e di altre tipologie di merci ancora.

Multiservice è caratterizzato da una significativa dinamicità e flessibilità di gestione, sia per quanto riguarda le tipologie di merci gestite sia per l'adeguamento del terminal in riferimento a spazi disponibili e mezzi meccanici.

L'area totale a disposizione per gestire tutta questa varietà di merci è di circa 31 ettari con 2210 metri di lunghezza delle banchine. Sono presenti inoltre 56600 mq di magazzini e 4 silos in cemento per una capacità complessiva di 14000 tonnellate.

La dotazione di mezzi meccanici dell'impresa è chiaramente variegata, in modo da poter servire tutti i tipi di merci nella logica dei terminal *multipurpose*. Si tratta infatti di oltre un centinaio di mezzi verticali ed orizzontali, ed in particolare 8 gru portuali con portata che varia da 40 a 200 tonnellate e più di 100 *rolltrailers*. Altre attrezzature particolari di banchina e di piazzale presenti sono:

- 26 pale gommate;
- 5 escavatori;
- 12 trattori portuali;
- 2 reach stacker;
- 58 fork lift da 3.2 a 45 tonnellate;
- 3 caricatori;
- 28 mezzi vari;
- 131 mafi trailer di varie lunghezze e portate;
- 4 carriponte;
- 2 piattaforme aeree.

È provvista infine di un collegamento diretto con la rete ferroviaria dal proprio interno attraverso 4 binari per una lunghezza complessiva di 10.9 km; con tale rete sposta il suo traffico per il 40% nella ferrovia appunto.

Per raggiungere tale terminal, è necessario imboccare la quarta uscita della grande rotatoria al centro dell'area Portuale. Vi sono due corsie

dedicate all'accesso al terminal al termine delle quali si trova una cabina ed una pesa per il controllo delle merci.



Figura 2.8 – Caricatori a disposizione di Multiservice.

3 Strumenti e dotazioni per il monitoraggio del traffico

ITS è l'acronimo di *Intelligent Transport Systems*, con il quale si identificano i concetti e le tecnologie per l'integrazione della cosiddetta telematica, con l'ingegneria dei trasporti, ai fini della pianificazione, progettazione, esercizio, manutenzione e gestione dei sistemi di trasporto. Tale integrazione può avere molteplici scopi, tra i quali il miglioramento della sicurezza della guida e all'incolumità delle persone (safety), alla sicurezza e protezione dei veicoli e delle merci (security), alla qualità, nonché, all'efficienza dei sistemi di trasporto per passeggeri e merci, obiettivo quest'ultimo ricercato in tale lavoro di tesi.

Per perseguire questi obiettivi è richiesta la combinazione delle conoscenze e degli strumenti dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, con procedure, sistemi e dispositivi atti a permettere la raccolta, comunicazione, analisi e distribuzione di informazioni e dati.

In questo capitolo, verranno elencati gli strumenti e tecnologie utilizzati per la redazione di tale lavoro, suddividendolo in una prima parte in cui verranno descritti gli strumenti utilizzati per il rilievo del traffico, ed in una seconda parte in cui verranno esposti i software necessari per il trattamento dei dati acquisiti.

3.1 Dotazione degli strumenti APV

Gli strumenti di Autorità Portuale Venezia principalmente utilizzati per realizzare questa tesi possono essere divisi in due sottocategorie; una comprendente dispositivi elettronici, quali le telecamere, ed

un'altra riguardante i sensori utilizzati per il monitoraggio del traffico, in particolare sensori magnetici e sensori ad ultrasuoni. Questi strumenti verranno descritti sia da un punto di vista tecnico esponendo le loro specifiche, sia inquadrando la loro funzione all'interno dello studio.

3.1.1 Telecamere

Tra gli obiettivi principali dell'Autorità Portuale Venezia, c'è ovviamente quello di garantire la *Security* all'interno delle aree sensibili portuali attraverso il monitoraggio. In particolare, con aree sensibili, si intendono i principali canali di navigazione interni e gli accessi stradali e ferroviari che conducono alle infrastrutture del porto turistico e commerciale di Venezia. Questo compito non è per niente semplice data la complessità, dovuta alla vastità ed alla conformazione, del Porto di Venezia. Per organizzare questo difficile compito è stato ideato il progetto SaFE (*Security and Facility Expertise*), il quale permette il monitoraggio costante delle aree portuali attraverso la videosorveglianza ed il controllo degli accessi dei veicoli e delle persone. Un gruppo di telecamere è dedicato al controllo della zona servita dal nuovo varco di Via dell'Azoto.

Nella figura 3.1, è rappresentato il sinottico dell'area portuale, nel quale sono evidenziate anche le telecamere grazie all'icona rappresentativa di colore azzurro.

Il numero totale delle telecamere installate è 9, dato che, fatta eccezione per le telecamere presenti nei portali A,B e C, nelle altre posizioni le telecamere istallate sono due, e dalla figura 3.2 è possibile visualizzarne una ripresa per ciascuna di esse.

Le telecamere istallate sono delle AXIS Q6034-E PTZ Dome Network Camera; le loro caratteristiche principali sono:

- Risoluzione HDTV 720p, funzione *Day & Night* e formato H264;
- *Arctic Temperature Control*;

- Zoom ottico da 18x e zoom digitale da 12x con messa a fuoco automatica con inclinazione fino 220°;
- *Active Gatekeeper* e *tour recording*;
- *High power over Ethernet*.

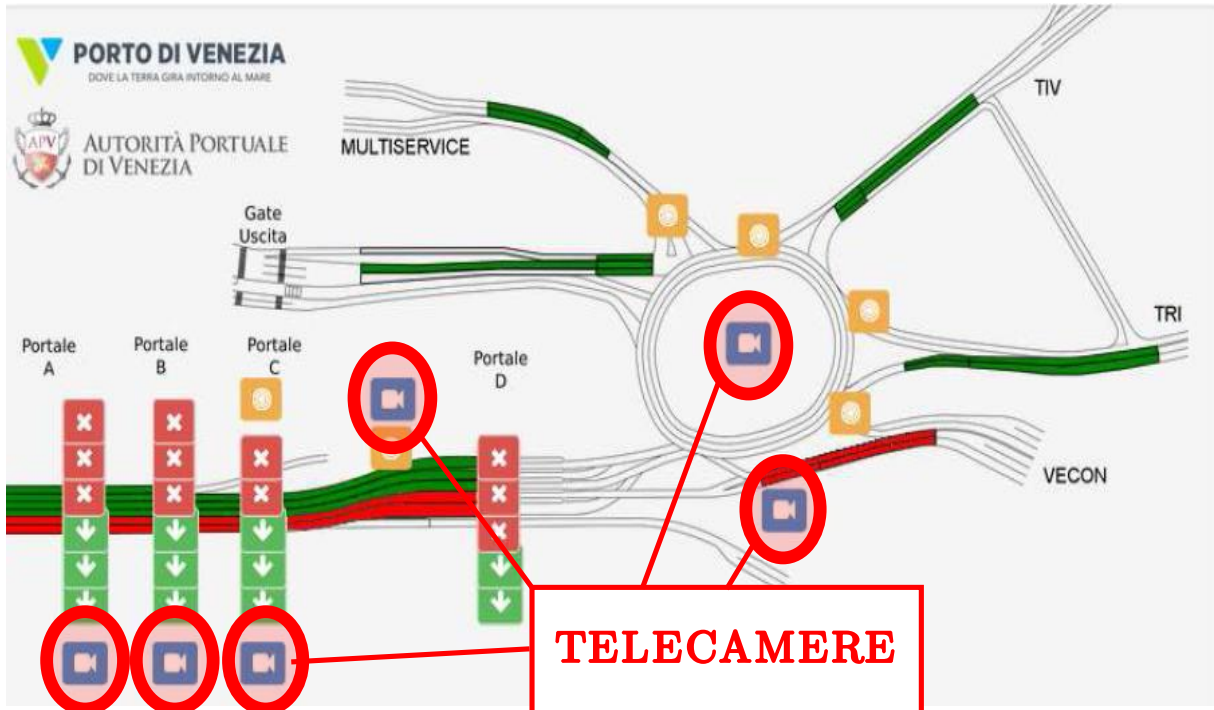


Figura 3.1 - Sinottico dell'area portuale.



Figura 3.2 - Visuale di tutte le telecamere del porto.

In questo lavoro, tali telecamere hanno avuto un ruolo cruciale, infatti durante il monitoraggio visivo dei flussi, che è uno dei motivi della loro installazione ed utilizzato dalle autorità che gestiscono la security del porto, si è svolto il conteggio dei transiti, necessario successivamente per la validazione dei risultati dei sistemi di monitoraggio prettamente riferiti al traffico. Nei capitoli successivi verrà esposta con maggiore precisione la procedura utilizzata.



Figura 3.3 - Telecamera AXIS Q6034-E PTZ

3.1.2 Sensori per il monitoraggio del traffico

Per la gestione del traffico interno l'area Portuale, sono installate due diverse tipologie di sensori per il monitoraggio dei transiti. Attraverso tali sensori, è stato implementato un sistema di gestione delle code, interne all'aera contenente i Terminal, nel tentativo di razionalizzare il traffico composto dai camion che circolano nel porto. La logica di questo sistema verrà illustrata con maggiore precisione in un capitolo dedicato.

3.1.2.1 Sensori di rilevamento del campo magnetico

Questi sensori sono impiegati nelle corsie di accesso ai 4 Terminal, nelle corsie del gate di via dell'Azoto, utilizzato come entrata

nell'area Portuale, e nelle corsie del gate di via del Commercio, utilizzato come uscita dall'area stessa.



Figura 3.4 - Sensore wireless per il rilevamento del campo magnetico.



Figura 3.5 - Esempio di installazione dei sensori wireless in due corsie di accesso ai terminal.

Il sistema consiste di sensori wireless installati sotto la pavimentazione stradale e di un ricevitore (gateway, di tipo wireless), localizzato a distanza. Il sensore opera sul principio di rilevamento del campo magnetico terrestre e sulle sue variazioni al momento del passaggio di un veicolo in presenza di un materiale ferromagnetico, che nello specifico è utilizzato per rilevare il passaggio dei veicoli.

Tali sensori sono stati sviluppati per il rilevamento di veicoli in movimento e sostanzialmente sono la sostituzione della spira elettromagnetica in termini di capacità di rilevamento, ma possiedono il vantaggio di una maggiore facilità di installazione e di

un posizionamento più in profondità, essendo installati attraverso un semplice carotaggio.

Essi rilevano il campo magnetico circostante (normalmente chiamato “fondo”), il quale viene memorizzato internamente, e rilevano il cambio di stato quando tale campo magnetico viene modificato (Comark S.r.l.) (Autorità Portuale di Venezia, Direzione tecnica).

3.1.2.2 Sensori ad ultrasuoni

Questa tipologia di sensori è stata installata nei 3 portali di via dell’Azoto e nel Gate di accesso all’area Portuale. Essi rientrano nella categoria dei sensori sonici ed ultrasonici, i quali possono essere di tipo a ultrasuoni o acustici passivi. Quelli installati nel porto commerciale sono dei sensori acustici a ultrasuoni, e consentono il rilevamento degli stessi parametri del traffico valutabili con le spire magnetiche: portata veicolare, tasso di occupazione, velocità di transito.

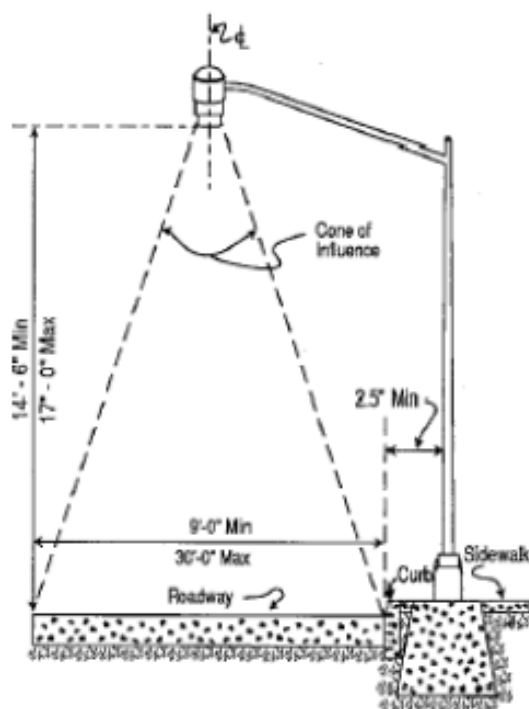


Figura 3.4 - Installazione tipo di sensori ad ultrasuoni perpendicolare al manto stradale

Un sensore ad ultrasuoni è uno strumento di dimensioni contenute costituito essenzialmente da un generatore e da un ricevitore di onde sonore (ultrasuoni) di frequenza compresa tra 25 kHz e 60 kHz. Tale strumento non richiede interventi sul manto stradale ed è installato, in genere, perpendicolarmente su un portale, su un cavalcavia sovrastante la via di corsa, oppure orizzontalmente a lato della strada, in particolare nel porto di Marghera è installato, sopra le corsie, nella struttura dei 3 varchi nel rettilineo di avvicinamento al gate Azoto e nella struttura del gate stesso (Comark S.r.l.).

Il principio di funzionamento del sensore si basa sul fenomeno della riflessione delle onde sonore, secondo cui il tempo impiegato da un'onda per lasciare la sorgente, rimbalzare su una superficie riflettente (posta ortogonalmente alla direzione di propagazione) e ritornare alla sorgente stessa è direttamente proporzionale alla distanza tra la sorgente e la superficie di riflessione. Sfruttando tale fenomeno il sensore misura la sua distanza dalla superficie riflettente (che può essere la strada o la parte superiore di un veicolo) e sulla base di tale distanza riconosce il passaggio dei veicoli. L'energia ultrasonica ricevuta dal sensore viene convertita dal processore in segnale elettrico. Il generatore emette degli impulsi di energia sotto forma di fasci ristretti di onde ultrasonore dirigendole verso il basso, in direzione perpendicolare alla superficie stradale. In assenza di veicoli, l'impulso ultrasonoro viene riflesso dalla pavimentazione e ritorna al ricevitore con un certo ritardo Δt rispetto all'emissione; tale ritardo consente di valutare la distanza d del sensore dalla strada come:

$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2}$$

Dove v è la velocità di propagazione dell'onda ultrasonora (nota).

Al passaggio di un veicolo, l'impulso ultrasonoro incontra invece come parete riflettente la parte superiore del veicolo; in tal caso, sulla base del tempo trascorso tra l'emissione dell'onda ed il ritorno al ricevitore dell'onda riflessa, il sensore è in grado di misurare la sua distanza dalla superficie riflettente del veicolo, che risulta

diversa da quella tra il sensore stesso e la superficie stradale; ciò comporta la produzione di un segnale e quindi il rilevamento del passaggio del veicolo.

In particolare i sensori ultrasonici trasmettono una serie di impulsi di ampiezza T_p (in genere compresa tra 0.02 e 2.5 millisecondi) ad intervalli di ripetizione regolari di durata T_o (in genere compresa tra 33 e 170 millisecondi). Il sensore misura il tempo necessario perché l'impulso arrivi al veicolo e ritorni al trasmettitore (Figura 3.5).

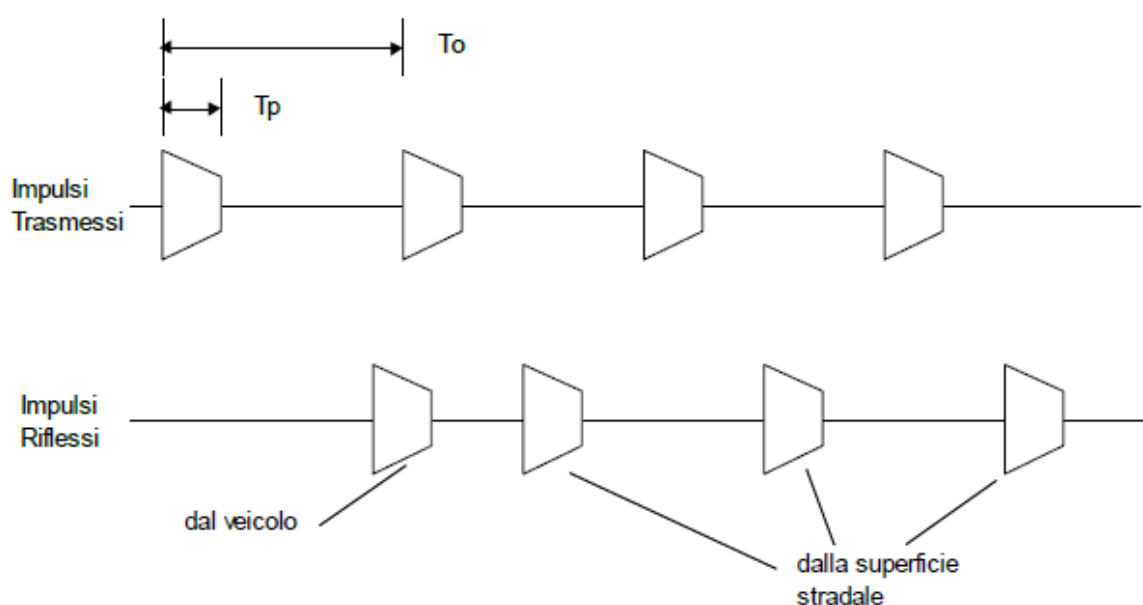


Figura 3.5 - Principio di trasmissione e riflessione di impulsi ultrasonici della superficie stradale in presenza o in assenza di un veicolo

In definitiva, questo sensore, di tipo “non intrusivo” e “puntuale”, rileva il passaggio dei veicoli e quindi la portata veicolare in virtù della misura di distanze (in condizioni di funzionamento ottimali, la precisione di misura delle distanze è di 0,5 m, e ciò a causa della dipendenza della velocità di propagazione delle onde dall’umidità dell’aria e dalla temperatura). È importante sottolineare che questa tipologia di sensore, rilevando la sua distanza dalla parte superiore dei veicoli in transito, permette anche una distinzione dei veicoli per categorie (autovetture, furgoni, camion, ecc.) in funzione della sagoma del veicolo stesso; inoltre, potendo registrare l’intervallo di tempo in cui l’onda riflessa da un veicolo viene captata dal ricevitore,

consente di risalire al tasso di occupazione per la corsia oggetto di rilevamento.



Figura 3.6 - Esempio di installazione di sensori ad ultrasuoni.

I vantaggi del rilevamento con tale tipo di sensori risiedono nella facilità di installazione dei sensori, nella modesta manutenzione, nell'affidabile valutazione della portata stradale (nelle migliori condizioni si può arrivare ad un tasso di errore di circa l'1%) e nella possibilità di distinzione delle diverse categorie di veicoli. Tuttavia tali sensori possono non garantire un grado di accuratezza elevato nella misura di altre variabili del traffico, dal momento che risultano sensibili alla temperatura ed alle turbolenze d'aria.

Tali sensori in questo sistema, sono dunque in grado di effettuare:

- Conteggio dei veicoli;
- Classificazione dei veicoli in due classi;
- Rilievo altezza dei veicoli;
- Rilievo velocità media;
- Calcolo minuti di coda.

Ogni sensore è dotato di un'intelligenza interna in grado di memorizzare i dati di traffico fino al momento in cui vengono

richiesti dalla centralina, e quindi trasmessi al centro di raccolta dati (Carapellucci, et al., 2011).

3.2 Software

Di seguito verranno descritti i software di Autorità Portuale utilizzati. Con alcuni di essi è possibile solamente la gestione degli strumenti precedentemente descritti, mentre altri, oltre alla gestione dello strumento, rendono disponibili anche i dati acquisiti.

3.2.1 *Trafficbook*

TrafficBook è la denominazione dell'interfaccia software di supervisione sviluppato dall'azienda Comark. È stato concepito per fornire le funzionalità di un centro di raccolta, diagnostica, memorizzazione e visualizzazione dei dati delle periferiche poste in campo, e precedentemente descritte nel paragrafo relativo ai sensori per il monitoraggio del traffico. In particolare la dotazione sensoristica presente nell'area di Porto Marghera riguarda sensori laser scanner e sensori a campo magnetico, i quali sono collegati a delle centraline, le quali comunicano con TrafficBook.

L'interfaccia grafica è di tipo Web, e permette di interagire facilmente con il sistema utilizzando un qualsiasi *browser* commerciale, digitando nella barra degli indirizzi, l'indirizzo IP o il nome del server Linux nel quale è attivo il software.

Al suo interno ci sono alcuni menu con i quali interagire, i più importanti e maggiormente utilizzati in questo lavoro sono il menu Postazioni e il menu Report.

Selezionando *Postazioni*, si ha una lista completa delle postazioni configurate presenti in campo, consentendone eventuali aggiunte o rimozioni. Per ogni postazione vi sono una serie di informazioni tra cui:

- Descrizione;

- Codice identificativo della centralina;
- Indirizzo IP della centralina;
- Direzioni;
- Altre informazioni di minor interesse.

COMARK SRL

Benvenuto ST operatore

Logout

Logs Report Postazioni Utenti

sei in: Postazioni »

Postazioni » Lista postazioni presenti.

record da: 1 a 10 di 13 totali | « First » Prev pag: - 1 2 » Next » Last »

ID	Descrizione	Centralina	IP	Config	Edit	Del
2	(03) Vercelli - Rebaudengo	1.1.3	172.21.190.212	URL Centralina		
7	(07) Regina - Potenza - Lecce	1.1.7	172.21.190.209	URL Centralina		
8	(08) Regina - Svizzera	1.1.8	172.21.190.208	URL Centralina		
10	(09) Francia - Massaua	1.1.9	172.21.190.214	URL Centralina		
6	(11) Sebastopoli - Siracusa	1.1.11	172.21.190.210	URL Centralina		
3	(12) Orbassano - Omero	1.1.12	172.21.190.213	URL Centralina		
5	(13) Orbassano - Pitagora	1.1.13	172.21.190.215	URL Centralina		
13	(16) Trieste - Maronecchi	1.1.16	172.21.190.155	URL Centralina		
11	(17) Unita D'Italia-Scotop, Lingotto	1.1.17	172.21.190.152	URL Centralina		
4	(24) Orbassano - Settembrini	1.1.24	172.21.190.207	URL Centralina		

Figura 3.7 - TrafficBook: Postazioni.

COMARK SRL

Configurazione Report Postazioni Utenti

sei in: Report » Scelta report

Report » Seleziona parametri.

Postazione: 1.1 VECON 1

Direzione: Tutte

Corsia: Se nessuna selezionata tutte

Dal: 05/12/2014 Ora: 12

Al: 05/12/2014 Ora: 15

Classe: Tutte

Grafico Tabella CSV

Velocita' Gap Headway Num.Veicoli Densita' veicoli Occupazione corsia Lunghezza

Tipo Tabella: Standard

Tipo dato: Aggregato Singolo passaggio

Aggregato: Singolo Orario Giornaliero Mensile

Figura 3.8 - TrafficBook: Report.

L'altra voce del menu fondamentale e sicuramente la più utilizzata è quella dei *Report*. Selezionandola, in prima pagina viene visualizzata

la schermata con lo stato dei sensori all'interno di una tabella da cui è possibile appunto controllare lo stato dei sensori e delle centraline in campo.

Un'altra opzione di selezione nel menu dei report è quella della *Scelta Report*. Attraverso questa opzione è possibile visualizzare i dati trasmessi dai sensori in forma tabellare. Selezionando una serie di parametri messi a disposizione dal software, è possibile creare di volta in volta report differenti. È infatti possibile diversificare i vari report in funzione di:

- *Postazione*: avviene la selezione della centralina della quale si vogliono visualizzare i dati;
- *Corsia*: avviene la selezione della corsia della quale si vogliono visualizzare i dati (attiva solamente per i dati riguardanti i sensori Laser);
- *Fascia temporale*: avviene la selezione del periodo temporale che può essere di qualche ora come di più settimane fino ad un massimo di 2 mesi circa;
- *Classe veicolare*: (attiva solamente per i dati riguardanti i sensori Laser), distinzione tra veicoli leggeri (segnalati col numero 1) e pesanti (segnalati col numero 2);
- *File di restituzione*: avviene la scelta del formato del file da esportare, oltre alla possibilità di grafico e tabella; quello che è stato sempre utilizzato è stata l'esportazione del file in formato .csv (visualizzabile ad esempio con Microsoft Excel);
- *Tipo di tabella*: avviene la scelta del tipo di tabella che si vuole visualizzare nel report, essendoci la possibilità di creare diverse tipologie, tra cui:
 - Dati complessivi,
 - Dati complessivi deviazioni,
 - Classi sensore,
 - Classi lunghezza,
 - Classi velocità,
 - Classi interdistanza,
 - Standard classe sensore,

- Standard classe lunghezza,
- Veicoli equivalenti.
- Spunta delle voci che si vogliono visualizzare nel grafico o che comunque siano parametri delle tabelle da esportare (velocità, gap, headway, numero veicoli, densità veicoli, occupazione corsia, lunghezza ,(diversi parametri tra questi non hanno un riscontro pratico in questo studio));
- *Tipo di dato*: avviene la scelta sulla tipologia di dati che si vogliono visualizzare dal punto di vista dell'aggregazione. Vi è infatti la possibilità di una visualizzazione per singoli passaggi (possibile solamente per i dati riguardanti i sensori Laser), o in alternativa un'aggregazione di dati in intervalli temporali di 5 minuti.

Un'altra interessante funzione di TrafficBook, utile ai fine dello studio realizzato, è la pagina riguardante lo storico dei sensori. Essa consente di visualizzare lo storico degli stati dei sensori, delle centraline e del traffico oltre alla tensione di alimentazione (Comark S.r.l., 2013), (Comark S.r.l., 2012).

Report » Stato sensori.

Filtra per centralina:

Centralina	IP	Tipo Sensore	Class. Traffico	Stato Sensore	Stato Centralina	Ultimo Aggiornamento
1.1 VECON 1	192.168.1.142	//	● Coda/Fermo	●●	●	05-12-2014 12:36:40
1.2 VECON 2	192.168.1.142	//	● Coda/Fermo	●●	●	05-12-2014 12:36:40
2.1 TRI 1	192.168.1.146	//	● Coda/Fermo	●●	●	05-12-2014 12:36:06
2.2 TRI 2	192.168.1.146	//	● Regolare	●●	●	05-12-2014 12:36:32
3.1 TIV 1	192.168.1.150	///	● Coda/Fermo	●●●	●	05-12-2014 12:35:44
3.2 TIV 2	192.168.1.150	//	● Coda/Fermo	●●	●	05-12-2014 12:36:08
4.1 MULTISERVICE 1	192.168.1.154	//	● Regolare	●●	●	05-12-2014 12:36:33
4.2 MULTISERVICE 2	192.168.1.154	//	● Coda/Fermo	●●	●	05-12-2014 12:36:35
50.1 GATE INGRESSO 1	192.168.1.120	////	● Regolare	●●●●	●	05-12-2014 12:36:06
51.1 GATE INGRESSO 2	192.168.1.121	////	● Regolare	●●●●	●	05-12-2014 12:36:24
5.1 USCITA 1	192.168.1.158	///	● Regolare	●●●	●	05-12-2014 12:36:27
5.2 USCITA 2	192.168.1.158	//	● Regolare	●●	●	05-12-2014 12:36:28
6.1 ABOVE GROUND - A	192.168.1.74	/US/US/US/US/US	● Regolare	●●●●	●	05-12-2014 12:36:17
7.1 ABOVE GROUND - B	192.168.1.90	/US/US/US/US/US	● Intenso	●●●●	●	05-12-2014 12:36:30
8.1 ABOVE GROUND - C	192.168.1.105	/US/US/US/US/US	● Coda/Fermo	●●●●	●	05-12-2014 12:36:37

Figura 3.9- TrafficBook: Stato sensori.

3.2.2 Aivu Device C

Aivu Device C è un software per la videoregistrazione digitale da telecamere standard. Consente dunque il monitoraggio video digitale, attraverso l'acquisizione, nonché la registrazione e la gestione dei flussi video provenienti da telecamere analogiche.

L'interfaccia di tale software è di tipo web, accessibile da qualsiasi browser standard e consente di effettuare tutte le operazioni di configurazione, amministrazione e manutenzione degli apparati videoregistratori.

Nella parte superiore destra della Home Page, è presente un menu attraverso il quale è possibile accedere alle varie funzionalità abilitate per l'utilizzo e l'amministrazione del sistema. In particolare, quelle utilizzate per la realizzazione di questo studio sono state le funzioni:

- *LIVE*: consente la visualizzazione delle immagini live e l'impostazione dei parametri per la connessione alle telecamere collegate all'apparato Aivu Device C; è possibile scegliere dal menu di questa sezione alcune opzioni tra cui:
 - Telecamera;
 - Baud Rate: assegna un valore alla banda di visualizzazione (da 1kb/s a 2 Mb/s);
 - Frame Rate: assegna il valore del numero di immagini al secondo per la visualizzazione dei flussi video (da 1 a 25 Hz);
 - Tipo: assegna lo standard di codifica richiesto (H263, H264, ...);
 - Formato: assegna il formato con il quale visualizzare le immagini (CIF, 4CIF, ...);
 - Altre opzioni non interessanti ai fini dello studio.

Premendo il tasto Live si accede al *viewer*, che deve essere precedentemente installato sulla macchina locale, attraverso il quale verrà visualizzato il flusso video relativo alla telecamera selezionata secondo i parametri scelti.

- *Download*: permette di scaricare le sequenze video archiviate nel sistema. All'interno del menu messo a disposizione dall'interfaccia è possibile modificare i seguenti parametri, necessari per la corretta scelta del video da scaricare, quali:
 - Telecamera: nell'apposito menu a tendina si decide a quale telecamera collegarsi;
 - Data: si seleziona il giorno di inizio e fine registrazione;
 - Periodo; si seleziona l'ora di inizio e di fine registrazione da scaricare.

Premendo il tasto Download, si avvia il salvataggio su disco del video compreso nella fascia impostata nel pannello Periodo.

Essendo le telecamere brandeggiabili, esiste un pannello di controllo attraverso il quale è possibile spostarle in entrambe le direzioni. Esiste però un modo più semplice e veloce per effettuare questa operazione grazie ad un altro strumento software del quale ne parleremo in seguito (Aitek S.P.A. , 2013-A).

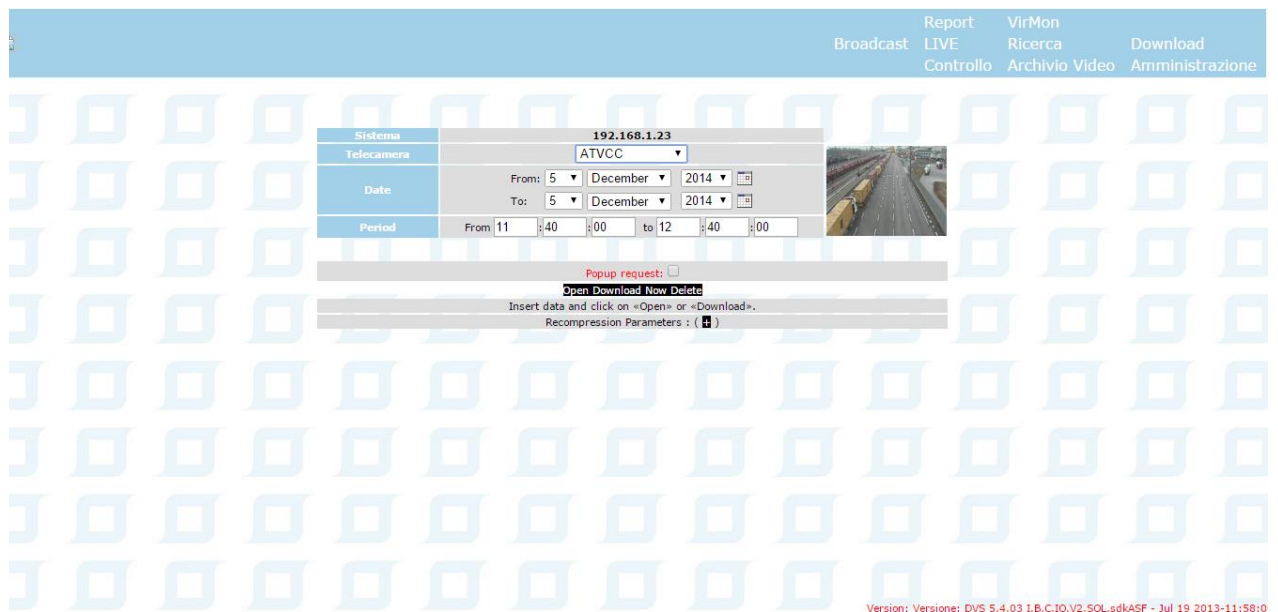


Figura 3.10 - Interfaccia Aivu Device C.

3.2.3 *Upview*

Upview è un software, attraverso il quale vengono gestiti gli apparati distribuiti nell'area Portuale, ad esempio semafori e pannelli a messaggio variabile, e che consentono il controllo del traffico in entrata ed uscita dai terminal del Porto.

Grazie all'interfaccia di questo software, accessibile sotto password dai principali browser standard, è possibile monitorare in tempo reale i flussi di veicoli in transito presso l'area doganale del Porto di Venezia. Tale applicazione, è un vero e proprio centro di controllo, attraverso il quale è possibile regolamentare il traffico lungo le vie di accesso dei terminal. In particolare all'interno della rotatoria nella quale devono immettersi tutti i veicoli diretti ai terminal o destinati al gate di uscita del porto.

Con tale strumento, come anticipato, è possibile la gestione di tutti i dispositivi di campo di campo presenti, i quali possono essere settati manualmente o automaticamente sulla base delle informazioni provenienti dai sensori di traffico presenti sulle corsie dei portali di accesso (al gate di via dell'Azoto), sulle corsie di accesso ai terminal e sulle corsie del gate di uscita.

Nell'interfaccia di Upview è presente un'unica schermata principale, nella quale sono raggruppate tutte le funzionalità per la gestione del sistema.

Il sinottico è suddiviso in diverse sezioni, che consentono di verificare in modo rapido e intuitivo la situazione del traffico e lo stato dei dispositivi di campo distribuiti nel Porto.

Nella parte superiore sono presenti una serie di menu a tendina per la gestione dei semafori e dei pannelli a messaggio variabile. Nella parte centrale invece viene visualizzata la mappa di insieme delle vie di accesso ai terminal, all'interno della quale sono presenti tutte le informazioni che consentono il completo controllo, ovvero:

- Situazione del traffico in tempo reale nei punti monitorati attraverso gli appositi sensori;

- Le icone indicanti il posizionamento delle telecamere;
- Le icone che indicano lo stato delle corsie dei quattro portali di accesso nell'area portuale;
- Le icone che indicano lo stato dei semafori posizionati sulla rotatoria e presso l'area parcheggio esterna al gate di via dell'Azoto.

Nella parte destra è invece presente la legenda che descrive il significato dei pittogrammi dei pannelli a messaggio variabile, lo stato dei semafori e dei sensori per il rilevamento del traffico.

All'interno della rete viaria dell'area portuale, quindi monitorata da Upview, sono stati posizionati come già detto una serie di sensori di traffico, che hanno il compito di rilevare le condizioni di traffico in entrata e in uscita del porto. Riepilogando la situazione sensori, essi sono posizionati:

- Nelle 6 corsie di accesso ai portali A e B (sensori laser);
- Nelle 5 corsie di accesso dei portali C e D (sensori laser);
- Presso ciascuna delle vie di accesso ai terminal (sensori a campo magnetico);
- Nelle corsie del gate di uscita (sensori a campo magnetico).
- Nelle corsie del gate d'entrata (sensori a campo magnetico).

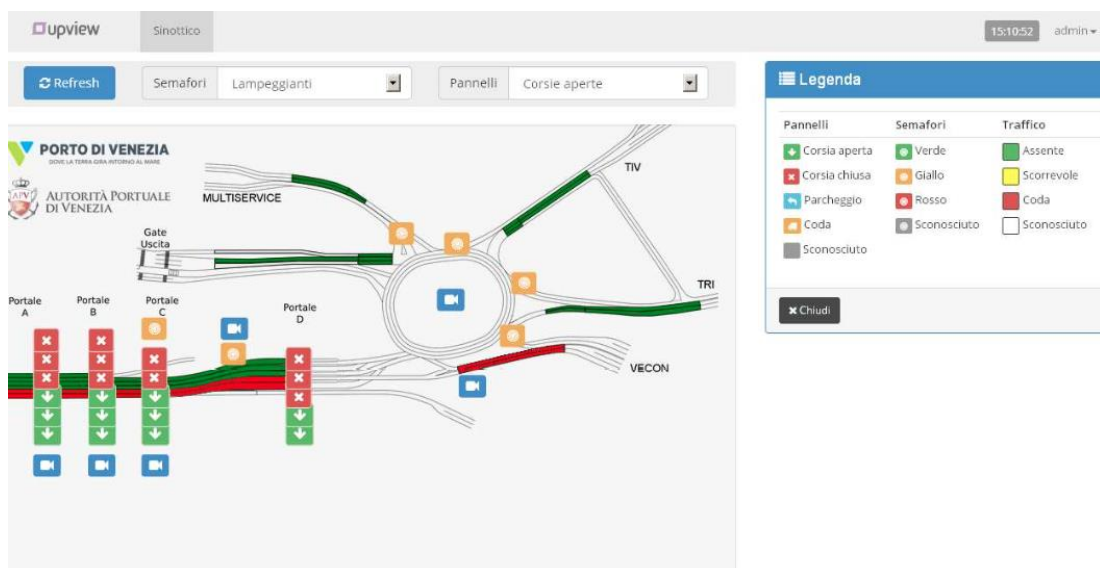


Figura 3.11 - Interfaccia Upview

Quando uno o più sensori rilevano la presenza di code di veicoli, sulla mappa del sinottico, il tratto stradale corrispondente viene evidenziato di rosso. Nel caso di funzionamento in modalità automatica per la gestione dei semafori, una segnalazione di coda comporta per il sistema l'invio dei seguenti segnali:

1. Se le code vengono rilevate da sensori posizionati presso le corsie del gate di uscita, tutti i semafori sulla rotatoria vengono settati sul rosso, in modo tale da non intasare la circolazione sulla rotatoria stessa ed evitare così il congestionamento del traffico dei veicoli in entrata diretti ai vari terminal.
2. Nel caso in cui le code vengono rilevate dai sensori posizionati lungo una o più vie di accesso ai terminal, su tutti i pannelli a messaggio variabile posizionati sui quattro portali di accesso A-B-C-D viene visualizzato il pittogramma pista chiusa, in modo da non intasare la circolazione sulla rotatoria e far sì che la formazione delle code avvenga all'esterno dell'area portuale.

Esiste poi la sezione dedicata al controllo e la modifica delle informazioni gestite dai pannelli a messaggio variabile. In questa parte del software è possibile selezionare l'opzione corsie aperte o corsie chiuse per settare tutti i pannelli dei portali ed abilitare il transito o meno dei veicoli lungo le corsie e l'accesso ai terminal. È possibile una gestione manuale dei pannelli a messaggio variabile, che sarebbe quella appena descritta, oppure è possibile mantenerli nella modalità automatica, in modo da garantire un funzionamento coerente con le informazioni provenienti dai sensori di traffico.

Per quanto riguarda l'impianto semaforico installato nella rotatoria, il suo obiettivo principale è quello come già detto di regolare la circolazione dei veicoli in uscita dai terminal, per far sì che non intasino la rotatoria, lasciandola così libera per la circolazione dei mezzi entrati dal gate, i quali devono accedere ai vari terminal. Per

quanto riguarda la modifica dello stato dei semafori, è possibile come per i pannelli a messaggio variabile una gestione manuale, cambiando di volta in volta il segnale emesso dalla lanterna semaforica, oppure una modalità automatica, coerente con le informazioni trasmesse dai sensori di traffico e alla logica del sistema. Con Upview è infine possibile visualizzare le immagini trasmesse dalle telecamere installate nell'area portuale, le stesse controllate anche dagli altri software precedentemente descritti, consentendo quindi anche il monitoraggio video dei portali della rotatoria, dell'area parcheggio e delle vie di accesso ai terminal. Una volta scelta la telecamera, è possibile brandeggiarla nelle due direzioni nonché modificarne lo zoom a seconda delle diverse esigenze (Aitek S.P.A, 2013-B).

3.2.4 Software gestore delle corsie del gate di via dell'Azoto

Anche questo software, come i precedenti si presenta attraverso un'interfaccia grafica visualizzabile tramite un browser standard.



Figura 3.12 - Interfaccia del Software (tutto il gate)

La finalità di questo strumento dovrebbe essere solo quella della gestione delle sbarre del gate di via dell'Azoto da parte della Guardia Particolare Giurata e della Guardia di Finanza, in modo da consentire loro la possibilità di apertura e chiusura delle sbarre appunto.

Un'informazione utile che viene fornita dall'interfaccia, è l'accensione di una spia rossa in corrispondenza dei sensori rilevanti il campo magnetico annegati sotto la pavimentazione. In particolare, l'accensione della spia, sta a significare un conteggio da parte dei sensori dovuto alla variazione del campo magnetico (Aitek S.P.A, 2013-B).

Nelle fasi preliminari di questo lavoro, si è infatti voluto verificare i report forniti da TrafficBook riguardanti il gate d'ingresso, confrontandoli con il rilievo a video dell'accensione delle spie. I risultati saranno esposti nei successivi capitoli.



Figura 3.13 - Interfaccia del Software (coppia di corsie)

4 Logica del sistema di controllo del traffico

In questo capitolo verrà illustrato il principio di funzionamento di tutti gli strumenti e tecnologie presentati nei precedenti capitoli, i quali hanno come obiettivo finale, la regolazione del traffico, ed in particolare la gestione delle code. Si darà quindi un quadro generale dell'area da quel punto di vista, in modo da poter poi comprendere appieno le scelte fatte all'interno di questa tesi con riferimento alla gestione ed al trattamento dei dati (Aesys, 2013).

4.1 Strumenti necessari per la regolazione del traffico

La regolazione in sostanza, avviene pilotando i semafori ed i pannelli a messaggio variabile, sulla base delle informazioni fornite dai sensori di traffico installati.

Nella Figura 4.1 è illustrata l'area doganale, all'interno della quale il sistema deve regolare il traffico attraverso le tre tipologie di dispositivi precedentemente descritti, ovvero:

- Sensori di traffico magnetici (pallini rossi);
- Sensori di traffico ultrasuoni (pallini blu);
- Semafori sulle corsie di uscita dai terminal;

Delle sei corsie in ingresso, in basso a sinistra nella figura, quella più a sinistra conduce in un'area destinata al parcheggio, deviando tra il portale B ed il portale C; le restanti cinque corsie conducono ai 4 terminal presenti al Porto nella seguente modalità:

- Corsia 1 per il terminal T1-Vecon, per motrici con rimorchi vuoti;
- Corsia 2 per terminal T2-TRI;
- Corsia 3 per terminal T1-Vecon per motrici con rimorchi pieni;
- Corsie 4 per terminal T3-TIV;
- Corsia 5 per il terminal T4-MultiService.

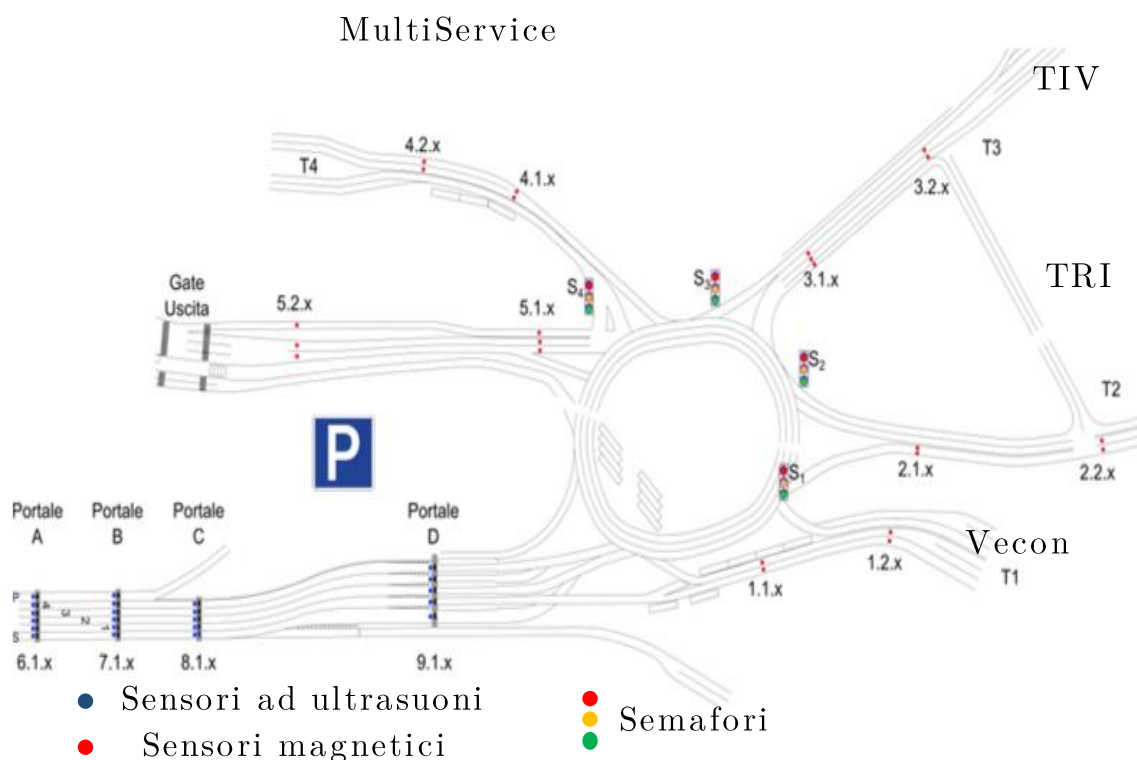


Figura 4.1 - Sinottico di sensori e semafori

In ognuno dei portali A,B,C,D, presenti nel rettilineo che conduce al gate, sono installati dei pannelli a messaggio variabile, dotati di una linea di testo e tre pittogrammi, rappresentanti lo stato della corsia, aperta o chiusa, e nel caso di corsia chiusa anche la direzione da seguire per deviare verso il parcheggio. Questi pannelli sono installati sopra ogni corsia, e nella linea di testo è scritto il nome del terminal di destinazione.

4.2 Algoritmo di regolazione del traffico

L'algoritmo di regolazione del traffico può essere suddiviso in due diverse parti. Un primo algoritmo riguarda la regolazione dei semafori sulle corsie di uscita dai terminal che immettono sulla rotonda mentre il secondo regola i pannelli sulle corsie di ingresso (Ing. Menegazzo, 2014).

4.2.1 Regolazione dei semafori

La regolazione dei semafori presenti nelle corsie di uscita dai terminal verso la rotatoria, dipende dallo stato dei sensori magnetici presenti nelle corsie del gate di uscita dell'area Portuale in via del Commercio. In figura 4.1, il gruppo di sensori è denominato 5.1 e 5.2 e rappresentano l'unione dei sensori dello stesso livello installati sulle tre corsie di uscita. Per far ulteriore chiarezza, 5.1 in particolare, rappresenta il risultato dei tre sensori installati nelle tre corsie d'uscita dall'area portuale, nella sezione più vicina alla rotatoria. Ecco ora un elenco delle varie possibilità di funzionamento in relazione allo stato dei sensori:

- Quando entrambi i gruppi di sensori, 5.1 e 5.2 non segnalano coda, tutti i semafori devono essere spenti, e vige la regolamentazione della circolazione a precedenza prevista dal codice della strada;
- Quando entrambi i gruppi di sensori, 5.1 e 5.2 segnalano coda, tutti i semafori vengono accesi sul rosso;
- Quando 5.2 si libera, ovvero il gruppo di sensori più prossimo all'uscita e quindi più distante dalla rotatoria, vengono spenti i semafori in progressione partendo da quelli più distanti all'uscita, ovvero dal terminal 1;
- Se 5.2 continua a rimanere libero, si spegneranno tutti i semafori;
- Se in 5.2 ritorna coda invece, i semafori si riaccendono sul rosso.

In questo algoritmo appena descritto si possono evidenziare in particolare 4 stati:

- Stato 0: è lo stato di traffico regolare, non viene rilevata coda in nessun gruppo di sensori e di conseguenza tutti i semafori sono spenti;
- Stato 1: permane lo stato di spegnimento dei semafori, ma si è in presenza di un primo sintomo di ingorgo, attraverso il rilevamento di coda in 5.1;
- Stato 2: rappresenta lo stato critico dato che sia 5.1 che 5.2 segnalano coda, ed in tal caso tutti i semafori vengono accesi;
- Stato 3: è lo stato in cui l'algoritmo deve progressivamente spegnere i semafori, a causa di uno stato regolare in 5.2.

Tutti i cambiamenti di stato avvengono dopo aver valutato lo stato dei sensori. Per ogni stato può essere configurato un intervallo temporale caratteristico, che rappresenta un ciclo di *polling* dei sensori. Tutti i cambiamenti di stato dei sensori, e le azioni intraprese dai semafori vengono notificate al supervisore attraverso la rappresentazione sul sinottico dello stato dell'impianto in tempo reale.

4.2.2 Regolazione dei pannelli

Per la regolazione dei pannelli vengono presi in considerazione due diversi gruppi di sensori. Quelli sulle corsie di accesso ai terminal, di tipo magnetico, e quelli posti nei varchi del rettilineo che precedono il gate, di tipo laser. Una breve descrizione dell'algoritmo potrebbe essere la seguente:

- Quando i 2 gruppi di sensori presenti nelle corsie di accesso ai terminal non segnalano coda, i pannelli nei varchi segnalano l'accesso libero attraverso il relativo pittogramma;
- Quando i 2 gruppi di sensori presenti nelle corsie di accesso ai terminal segnalano coda, i pannelli nei varchi segnalano l'impossibilità di accedere ai vari terminal attraverso il relativo pittogramma;

- Quando i sensori presenti nel gate e nell'ultimo varco presente prima del gate segnalano coda, i pannelli dei 2 portali precedenti segnalano la chiusura delle relative corsie e indicano la direzione da seguire per raggiungere l'area di parcheggio, in modo da consentire lo smaltimento delle code e non aumentare l'ulteriormente la coda creatasi;
- Quando, nei gruppi di sensori presenti nelle corsie di accesso ai terminal, il più lontano alla rotonda non segnala più coda, i pannelli a messaggio variabile nei varchi ritornano a segnalare l'accesso libero della relativa corsia attraverso il corretto pittogramma.

Da tale algoritmo si possono evidenziare quattro diversi stati di funzionamento del sistema, tra cui:

- Stato 0: è lo stato di traffico regolare, non vengono rilevate code nei gruppi di sensori presenti nelle corsie di accesso ai terminal e tutti i pannelli segnalano l'accesso libero;
- Stato 1: permane lo stato nei pannelli di accesso libero, ma si è in presenza di un primo sintomo di ingorgo, determinato dal rilevamento di coda nel primo gruppo di sensori nelle corsie di accesso ai terminal, ovvero quello più vicino alla rotonda;
- Stato 2: è lo stato di blocco del terminal, entrambi i gruppi di sensori nelle corsie di accesso al relativo terminal segnalano una situazione di accodamento, di conseguenza i pannelli a messaggio variabile vengono posti nella configurazione con il pittogramma che non consente l'uso della relativa corsia;
- Stato 3: è lo stato sia di blocco del terminal, che di blocco nelle corsie di accesso al relativo terminal fuori dal gate. In tal caso i pannelli presenti nei varchi più a monte del gate segnalano la chiusura della relativa corsia, e la direzione da seguire per raggiungere l'area di parcheggio.

Come per la regolazione dei semafori Tutti i cambiamenti di stato avvengono dopo aver valutato lo stato dei sensori. Per ogni stato può essere configurato un intervallo temporale caratteristico, che rappresenta un ciclo di polling dei sensori. Tutti cambiamenti di

stato dei sensori, e le azioni intraprese dai semafori vengono notificate al supervisore attraverso la rappresentazione sul sinottico dello stato dell'impianto in tempo reale.



Figura 4.2 - Esempi di informazioni trasmesse da pannelli a messaggio variabile

5 Verifica e validazione dei dati

Con il precedente capitolo, si è terminata la parte introduttiva di inquadramento della tesi, nella quale sono state presentate tutte le informazioni necessarie per poter illustrare al meglio il lavoro svolto da qui in poi.

In particolare questo capitolo verrà dedicato alla spiegazione delle procedure utilizzate per l'acquisizione dei dati finalizzati al riscontro della qualità delle risposte dei vari strumenti impiegati.

Nelle fasi preliminari all'acquisizione dei dati, si è riflettuto se potesse avere un senso compiere rilievi omogenei da un punto di vista temporale, sia per quanto riguarda la durata del rilievo sia per quanto riguarda l'orario dell'inizio o della fine. Dopo qualche giornata di osservazione, si è giunti alla conclusione che, a causa delle particolari caratteristiche del traffico osservato, essendo fortemente variabile nel tempo, e non avendo riconosciuto un preciso andamento giornaliero, fosse ininfluenza l'omogeneità del periodo temporale dell'osservazione.

È possibile effettuare fin da subito una suddivisione che si riproporrà anche per il resto del lavoro; si distingueranno infatti le procedure utilizzate per lo studio effettuato nel gate di via dell'Azoto e quelle per lo studio del traffico verso i terminal.

5.1 Procedura base

L'obiettivo di questa tesi come già detto, è stato quello di validare i sistemi di monitoraggio del traffico all'interno dell'area portuale attraverso la strumentazione già presente in campo. In particolare, il controllo è stato eseguito sui dati ottenibili dalla sensoristica

stradale, ovvero dai sensori ad ultrasuoni e dai sensori che rilevano la variazione di campo magnetico. Tali sensori producono come output finale di interesse principalmente conteggi veicolari, singoli o aggregati, a seconda del tipo di sensore. Quando tali dati vengono aggregati, l'intervallo temporale in cui vengono uniti è di cinque minuti.

Il concetto elementare che sta alla base di questa tesi, è quello di confrontare i report dei dati acquisiti dai sensori di traffico, con i rilievi manuali, eseguiti a video, nello stesso arco temporale, attraverso le telecamere installate nell'area portuale.

5.2 Strategia per l'analisi del gate

5.2.1 Collegamento alle telecamere

Mediante il software illustrato nei precedenti capitoli, *Aivu Device C*, nella sezione dedicata ai *LIVE*, si seleziona la telecamera della quale si vuole visualizzare il video. In questo caso la scelta poteva ricadere su due diverse inquadrature che puntavano entrambe il gate. Una da una telecamera piazzata in prossimità del portale C (TVCCP), ed un'altra installata all'interno dell'area grigia (TVCCVECON1). Dati i possibili fenomeni di accodamento, l'inquadratura più efficace per un corretto conteggio dei veicoli si è dimostrata quella interna all'area, essendo appunto esente da tali fenomeni. In figura 5.1 si renderanno evidenti i concetti appena spiegati.



Figura 5.1 - Visuale del gate da dentro e fuori area grigia

Scelta la telecamera, si dovranno selezionare ancora dal software altre opzioni quali il formato e le dimensioni dell'immagine del video. Una volta terminate queste operazioni si potrà lanciare la visualizzazione del video.

5.2.2 Conteggio da riprese video

Per realizzare il conteggio, si è utilizzato un software, nel quale sono stati inseriti e gestiti i dati; la scelta è ricaduta su Access.

SURVEY TIME ▾	LANE ▾	RILEVAZION ▾
17/12/2014 09.07.58	4A	VIDEO
17/12/2014 09.08.46	2A	VIDEO
17/12/2014 09.08.52	3A	VIDEO
17/12/2014 09.09.31	1E	VIDEO
17/12/2014 09.09.49	3A	VIDEO
17/12/2014 09.09.53	1E	VIDEO
17/12/2014 09.09.55	6E	VIDEO
17/12/2014 09.10.00	4A	VIDEO
17/12/2014 09.10.28	1A	VIDEO
17/12/2014 09.10.41	5E	VIDEO
17/12/2014 09.10.45	6A	VIDEO

Figura 5.2 - Scherma per la raccolta dati tramite videocamere

Avendo pianificato anticipatamente la fase successiva di organizzazione dei dati, ed avendo definito i successivi confronti da realizzare tra i conteggi, è stato creato un database standard nel quale inserire i dati ritenuti sufficienti, ovvero un database composto dai seguenti campi:

- Nel campo *survey time* viene riportato l'istante del conteggio, in formato data e ora e precisione ai secondi.
- Il campo *lane* invece fornisce una doppia informazione, sia il numero della corsia, prendendo come riferimento il numero delle corsie assegnate al gate e visualizzabili dai pannelli a messaggi variabile, sia la tipologia di veicolo transitata. È stata pensata infatti una classificazione che fosse in grado di contenere tutte le diverse tipologie di camion transitate e che

allo stesso tempo le suddividesse in categorie funzionali poi alla gestione in sei diverse categorie, identificate da una lettera dell'alfabeto. In particolare le lettere stanno a significare:

- **A** : Autoarticolato in cui i container o eventuali altri carichi trasportati dai rimorchi o semirimorchi, non creano discontinuità nella sagoma con la motrice;



Figura 5.3 - Esempio di veicolo della categoria A

- **B** : Autotreno composto da autocarro ed una unità trainante;



Figura 5.4 - Esempio di veicolo della categoria B

- **C** : Autoarticolato in cui i container o eventuali altri carichi trasportati dai rimorchi o semirimorchi, creano discontinuità nella sagoma con la motrice;



Figura 5.5 - Esempio di veicolo della categoria C

- **D** : Motrice;



Figura 5.6 - Esempio di veicolo della categoria D

- **E** : Autoarticolato in cui il rimorchio o semirimorchio non trasporta nessun carico;



Figura 5.7 - Esempio di veicolo della categoria E

- **F** : Veicoli leggeri.



Figura 5.8 - Esempio di veicolo della categoria F

- Nell'ultimo campo invece è riportata la tipologia della rilevazione, in questo caso verrà denominata VIDEO. Questo campo, sarà fondamentale nella fase di elaborazione dei dati del database e servirà in particolare per diversificare i dati acquisiti a video, rispetto quelli provenienti dai sensori, e per poterli poi gestire contemporaneamente in modo da realizzare tutte le elaborazioni necessarie.

5.2.3 Download dei report da TrafficBook

Terminato il conteggio da video, il passo successivo è quello di scaricare dal software TrafficBook, centro di raccolta dei dati acquisiti dalle periferiche poste in campo, i report di interesse. Il primo file scaricato riguarda i dati provenienti dai sensori ad ultrasuoni, installati sopra il gate, mentre il secondo riguarda i sensori magnetici, annegati nella pavimentazione.

5.2.3.1 Report dei sensori ad ultrasuoni

Per scaricare tale file, nella pagina di TrafficBook dedicata al *download* dei report, è necessario selezionare nei vari menu a tendina disponibili alcune opzioni, tra cui:

- Postazione: 9.1 ABOVEGROUND GATE INGRESSO;
- Direzione: tutte;
- Corsia: se nessuna selezionata tutte;
- Scelta dell'intervallo temporale;
- Selezione del file da scaricare: selezione ricaduta su .csv, formato apribile con il software commerciale Excel;
- Tipo di tabella: standard;
- Tipo di dato: singolo passaggio;
- Aggregato: singolo.

survey time	lane	speed	length	length clas	speed clas	distance c	gap	wrong direction
05/12/2014 11.04	3	0	100	2	9	9	142	0
05/12/2014 11.05	4	0	100	2	9	9	324	0
05/12/2014 11.05	1	0	100	2	9	9	1407	0
05/12/2014 11.06	4	0	100	2	9	9	599	0
05/12/2014 11.06	5	0	100	2	9	9	1286	0
05/12/2014 11.06	1	0	100	2	9	9	833	0
05/12/2014 11.07	4	0	100	2	9	9	1090	0
05/12/2014 11.08	5	0	100	2	9	9	1000	0
05/12/2014 11.08	5	0	100	2	9	9	10	0
05/12/2014 11.09	4	0	100	2	9	9	908	0
05/12/2014 11.09	4	0	100	2	9	9	117	0
05/12/2014 11.09	5	0	100	2	9	9	942	0

Figura 5.9 - Esempio di report originale di TrafficBook

Il risultato è un foglio Excel strutturato come si può osservare dalla Figura 5.9. Per le particolari condizioni di traffico che devono venir monitorate dai sensori, le colonne che hanno veramente un significato sono:

- Survey time: momento del conteggio;
- Lane: numero della corsia nella quale è avvenuto il conteggio, numerazione coerente con quella utilizzata nella rilevazione a video;
- Length class: i sensori ultrasuoni provvedono ad una suddivisione in classi veicolari sulla base dell'altezza della sagoma. Col numero 2 identificano camion, o comunque veicoli di grandi dimensioni, mentre col numero 1 segnalano la presenza di veicoli leggeri quali autovetture e furgoni.

Questi file, verranno poi confrontati e manipolati assieme a quelli riguardanti i video, di conseguenza è stata necessaria una prima elaborazione in modo da rendere i due file correlabili. Di conseguenza, da quest'ultimo file sono state eliminate tutte le colonne eccetto il survey time e lane, ed è stata inserita la colonna rilevazione, denominandola a sua volta "aboveground" per distinguere poi in fase di trattamento dati i due diversi file. Il risultato è stato il seguente:

A	B	C	D
survey time	lane	rilevazione	
11/12/2014 09.00	3	aboveground	
11/12/2014 09.00	4	aboveground	
11/12/2014 09.01	1	aboveground	
11/12/2014 09.01	2	aboveground	
11/12/2014 09.01	5	aboveground	

Figura 5.10 - Esempio di report di TrafficBook dopo manipolazione

5.2.4 Report dei sensori magnetici

Questa tipologia di sensori non è stata pensata per eseguire conteggi, richiamando i concetti espressi nel paragrafo riguardante la descrizione dei sensori, ma bensì rileva il cambiamento del campo magnetico sopra di essi. Tale variazione può essere associata al passaggio di un veicolo, tenendo però presente che la precisione non sarà sicuramente quella di uno strumento pensato apposta per eseguire conteggi.

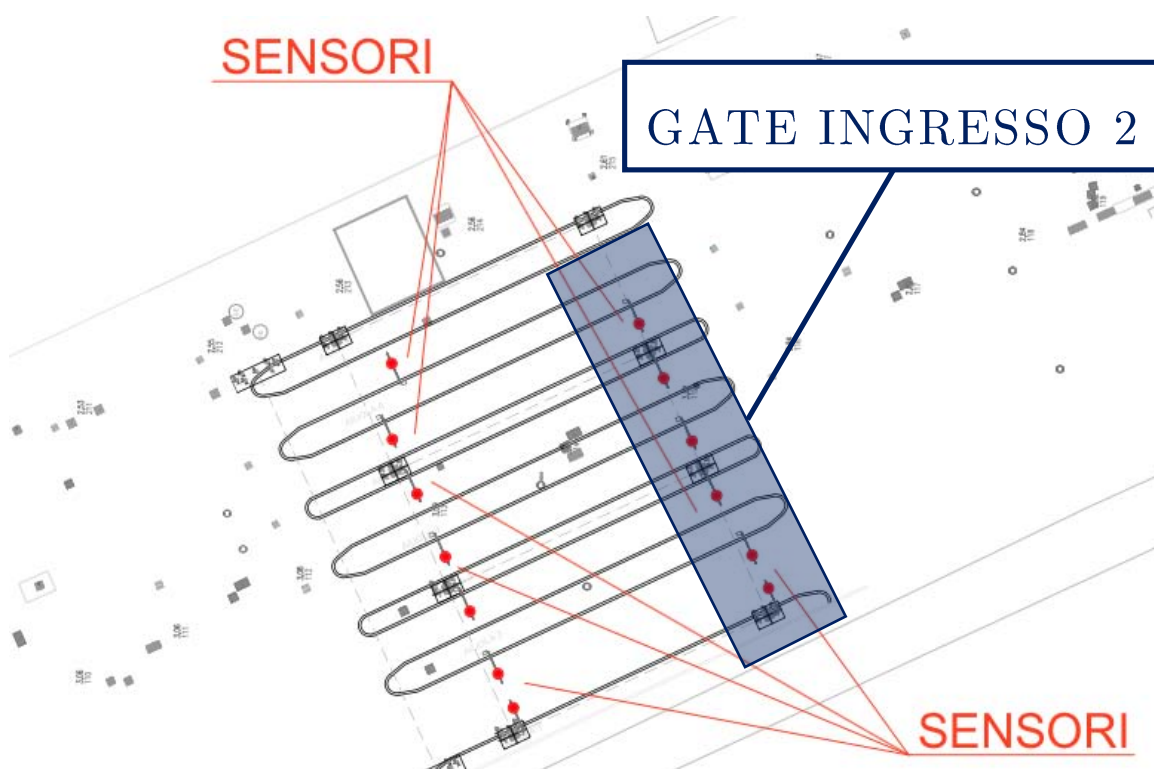


Figura 5.11 - Posizione dei sensori magnetici al gate

Differentemente dai report riguardanti i sensori ultrasuoni, in questo caso i file potenzialmente scaricabili sono due. Il motivo è il seguente: nel gate sono presenti due file di sensori magnetici, composte di 7 sensori la prima e di altri 6 sensori la seconda, com'è possibile osservare dalla figura 5.5.

Ogni fila di sensori è collegata ad un'unica centralina, la quale immagazzina tutti i dati dei singoli conteggi del cambiamento di stato del sensore, restituendoli poi nel report, aggregati ogni 5

minuti. Di conseguenza è possibile scaricare due report, uno che fornirà i risultati della prima fila di sensori, in particolare GATE INGRESSO 1, che contiene i dati della fila di sensori più lontani dalla rotatoria, ed un altro contenente i dati della fila di sensori più vicina alla rotatoria, ovvero GATE INGRESSO 2. I dati aggregati sui 5 minuti sono riferiti all'intero portale portale e non alle singole corsie.

L'unico file che verrà utilizzato è GATE INGRESSO 2, in quanto, nell'altro, sono presenti anche i conteggi dei sensori posti nella corsia destinata all'uscita dall'area portuale, essendo posizionati nella stessa fila e condotti nella stessa centralina, la quale elabora tutti i dati contemporaneamente, in questo caso sia di uscita che di entrata.

Per scaricare il file, nella pagina di TrafficBook, dedicata al download dei report, è necessario selezionare nei vari menu a tendina disponibili alcune opzioni, tra cui:

- Postazione:/50.1 GATE INGRESSO 2;
- Direzione: tutte;
- Corsia: se nessuna selezionata tutte;
- Scelta dell'intervallo temporale;
- Selezione del file da scaricare: selezione ricaduta su .csv, formato apribile con il software commerciale Excel;
- Tipo di tabella: standard;
- Tipo di dato: aggregato;
- Aggregato: singolo.

Il risultato della scelta di queste opzioni è un foglio di calcolo di Excel così composto:

J	K	L	M	N	O	P	Q
GATE INGRESSO 2							
survey time	total vehi	speed avg	lenght avg	class0-1le	class2len	class3-9le	traffic cla
11/12/2014 09.15	8	6	0	0	0	8	Regular
11/12/2014 09.20	4	4	0	0	0	4	Regular
11/12/2014 09.25	14	13	0	0	0	14	Regular
11/12/2014 09.30	9	8	0	0	0	9	Regular
11/12/2014 09.35	9	5	0	0	0	9	Regular
11/12/2014 09.40	18	14	0	0	0	18	Regular
11/12/2014 09.45	16	10	0	0	0	16	Regular
11/12/2014 09.50	14	5	0	0	0	14	Regular

Figura 5.12 - Esempio del report dei sensori magnetici aggregati nel gate

Per le particolari condizioni di traffico che devono venir monitorate dai sensori, le colonne che hanno veramente un significato sono:

- Survey time: periodo temporale nel quale è avvenuta l'aggregazione dei conteggi in 5 minuti;
- Total vehicals: numero dei cambiamenti dello stato di occupazione del sensore;
- Traffic classification: il software per gestire le code, in base alle informazioni ricevute dai sensori, classifica la tipologia di traffico in varie categorie, a seconda della configurazione scelta, e sono:
 - Regular;
 - Slow;
 - Intense;
 - Queue.

Questo file, verrà poi confrontato e manipolato assieme a quelli riguardanti i video, e quelli riguardando i sensori laser.

5.2.5 Download dei filmati

Si è infine sfruttata la possibilità di scaricare i filmati dei periodi durante i quali veniva svolta la rilevazione, avendo così la possibilità di effettuare ulteriori verifiche video sui risultati dei dati acquisiti.

Per fare ciò, è stata utilizzata la funzione del software Aivu Device C relativa al download, la quale consente, selezionando le opportune voci dai menù disponibili, tra cui la telecamera e il periodo temporale, di scaricare il filmato d'interesse. I filmati sono disponibili nell'archivio fino ad un massimo di tre giorni, e per questo motivo, e per altre complicazioni dovute alla non sincronizzazione degli oraghi con gli altri software, in un primo momento nella tesi non è stato possibile sfruttare anche questo strumento.

Tali filmati sono stati inoltre utilizzati per la redazione del settimo capitolo, ovvero per sfruttare dei software che permettono il conteggio automatico dei transiti tramite i filmati.

5.3 Strategia per terminal

5.3.1 Collegamento alle telecamere

Mediante il software precedentemente illustrato, Aivu Device C, nella sezione dedicata ai LIVE, si seleziona la telecamera della quale si vuole visualizzare il video. In questo caso la scelta poteva ricadere su due diverse inquadrature, a seconda del terminal del quasi si voleva eseguire il conteggio. Le uniche telecamere che si potevano utilizzare per questo lavoro sono situate al centro della rotatoria sopra ad una torre, e sono completamente brandeggiabili. Grazie a questa funzione infatti è stato possibile direzionare l'inquadratura di volta in volta nel terminal scelto.



Figura 5.13 - Esempio della visuale dell'accesso ai terminal da telecamere

Nella figura sono rappresentate due immagini, provenienti dalle 2 telecamere sopra citate. Nella prima sono inquadrare contemporaneamente le corsie di ingresso ai terminal di TRI e Vecon, attraverso la telecamera TVCCTORRE1, mentre nella seconda immagine è rappresentato l'accesso al terminal TIV inquadrato dalla telecamera TVCCTORRE2.

Scelta la telecamera, si selezionano dal software altre opzioni quali il formato e le dimensioni dell'immagine del video. Una volta terminate queste operazioni si potrà lanciare la visualizzazione del filmato.

Con il video quindi a disposizione, servirà ora uno strumento per raccogliere i dati del rilievo.

5.3.2 Conteggio video

Per realizzare il vero conteggio è risultato necessario il software nel quale inserire e gestire i dati, e la scelta è ricaduta su Access.

Avendo pianificato anticipatamente la fase successiva di organizzazione dei dati, ed essendo a conoscenza dei successi confronti da realizzare tra i conteggi, è stato creato un database standard nel quale inserire i dati ritenuti sufficienti, ovvero;

- Nella colonna *survey time* viene riportato l'istante del conteggio, in formato data e ora e precisione ai secondi.
- La colonna *lane* invece fornisce una classificazione in grado di contenere tutte le diverse tipologie di camion transitate e in grado di suddividerli in categorie funzionali, creando così sei diverse tipologie, identificate da una lettera dell'alfabeto. In particolare le lettere stanno a significare:
 - A : Autoarticolato in cui i container o eventuali altri carichi trasportati dai rimorchi o semirimorchi, non creano discontinuità nella sagoma con la motrice;
 - B : Autotreno composto da autocarro ed una unità trainante;

- C : Autoarticolato in cui i container o eventuali altri carichi trasportati dai rimorchi o semirimorchi, creano discontinuità nella sagoma con la motrice;
 - D : Motrice;
 - E : Autoarticolato in cui il rimorchio o semirimorchio non trasporta nessun carico;
 - F : Veicoli leggeri.
- Nell'ultima colonna invece è riportata la tipologia della rilevazione, in questo caso verrà denominata VIDEO.

SURVEY TIME ▾	LANE ▾	RILEVAZION ▾
17/12/2014 09.07.58	4A	VIDEO
17/12/2014 09.08.46	2A	VIDEO
17/12/2014 09.08.52	3A	VIDEO
17/12/2014 09.09.31	1E	VIDEO
17/12/2014 09.09.49	3A	VIDEO
17/12/2014 09.09.53	1E	VIDEO
17/12/2014 09.09.55	6E	VIDEO
17/12/2014 09.10.00	4A	VIDEO
17/12/2014 09.10.28	1A	VIDEO
17/12/2014 09.10.41	5E	VIDEO
17/12/2014 09.10.45	6A	VIDEO

Figura 5.14 - Esempio di foglio contenente la raccolta dei dati per conteggi video

5.3.3 Download dei report TrafficBook

Terminata il conteggio video, il passo successivo è quello di scaricare dal software TrafficBook, centro di raccolta dei dati acquisiti dalle periferiche poste in campo, i report di interesse.

5.3.3.1 Report dei sensori magnetici

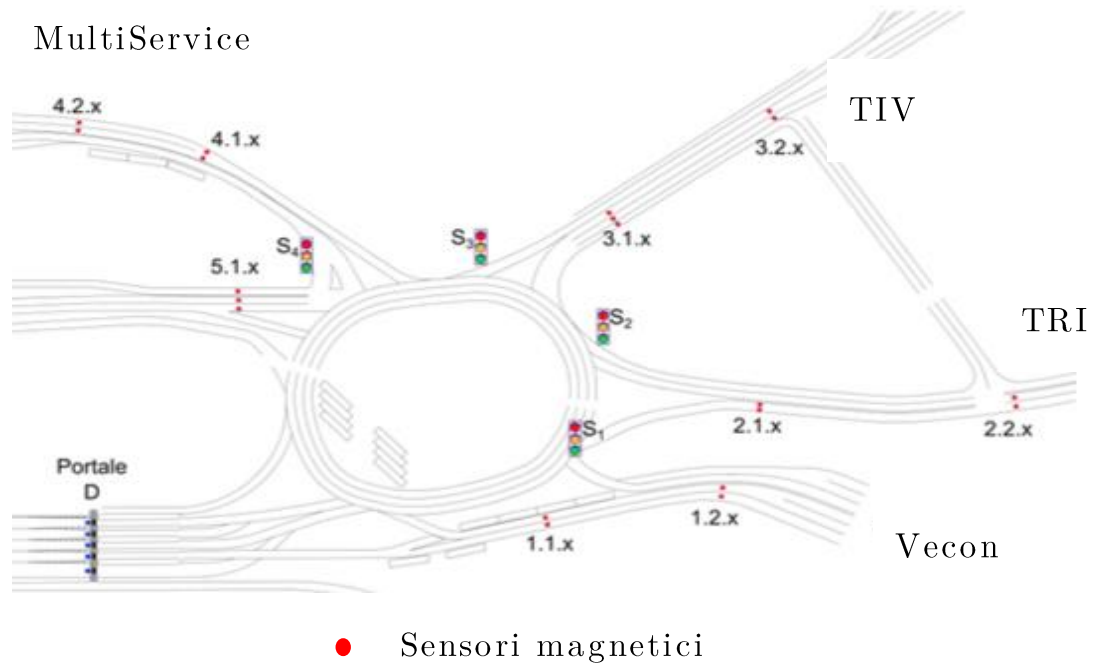


Figura 5.15 - Sinottico contenente la posizione dei sensori magnetici

Questa tipologia di sensori non è stata installata secondo l'obiettivo di effettuare il conteggio dei transiti, bensì per monitorare lo stato di percorrenza delle corsie e gli eventuali accodamenti attraverso la stima di parametri di stato di occupazione. La variazione di stato, da "libero" a "occupato" può essere correlata al passaggio di un veicolo, tenendo però presente che la precisione non sarà sicuramente quella di uno strumento pensato apposta per eseguire conteggi.

In questo caso i file da scaricare sono due. Come si può osservare dalla precedente figura, in ogni terminal sono presenti due file di sensori. Ogni fila è composta da due sensori disposti uno per ogni corsia di avvicinamento all'ingresso del terminal. Tali file sono rappresentate in figura dai pallini rossi, i quali indicano a loro volta la presenza di un sensore. Facendo riferimento al terminal 1 ad esempio, la fila denominata 1.1.x, rappresenta quella fila composta da due sensori magnetici, relativa al terminal 1, collegata ad una centralina, che produrrà un unico file come report chiamato "Vecon

1”, nel quale verranno aggregati i conteggi della variazione di stato dei sensori in intervalli di 5 minuti. In generale, per tutti i terminal la sezione 1 è quella più vicina alla rotatoria mentre la due è la più lontana.

Di conseguenza si dovranno scaricare due report per ogni terminal, uno che fornirà i risultati della prima fila di sensori, che contiene i dati della fila di sensori più vicina alla rotatoria, ed un altro contenente i dati della fila di sensori più lontana alla rotatoria.

Per scaricare tali file, nella pagina di TrafficBook, dedicata al download dei report, è necessario selezionare nei vari menu a tendina disponibili alcune opzioni, tra cui:

- Postazione: “nome terminal” 1/“nome terminal” 2;
- Direzione: tutte;
- Corsia: se nessuna selezionata tutte;
- Scelta dell’intervallo temporale;
- Selezione del file da scaricare: selezione ricaduta su .csv, formato apribile con il software commerciale Excel;
- Tipo di tabella: standard;
- Tipo di dato: aggregato;
- Aggregato: singolo.

Il risultato della scelta di queste opzioni, una volta uniti i due file generati, è un foglio Excel così composto:

survey time	total vehicles	speed avg	lenght avg	class0-1len	class2len	class3-9len	traffic class
08/01/2015 09.00	9	15	0	0	0	9 Regular	
08/01/2015 09.05	7	26	0	0	0	7 Regular	
08/01/2015 09.10	22	13	0	0	0	22 Regular	
08/01/2015 09.15	15	22	0	0	0	15 Regular	
08/01/2015 09.20	16	9	0	0	0	16 Regular	
08/01/2015 09.25	6	13	0	0	0	6 Regular	
08/01/2015 09.30	9	20	0	0	0	9 Regular	
08/01/2015 09.35	17	14	0	0	0	17 Regular	
08/01/2015 09.40	10	17	0	0	0	10 Regular	
08/01/2015 09.45	8	12	0	0	0	8 Regular	
08/01/2015 09.50	14	20	0	0	0	14 Regular	

Figura 5.16 - Esempio dei report dei sensori magnetici aggregati nei terminal

Per le particolari condizioni di traffico che devono venir monitorate dai sensori, le colonne che hanno veramente un significato sono:

- Survey time: periodo temporale nel quale è avvenuta l'aggregazione dei conteggi in 5 minuti;
- Total vehicles: numero dei cambiamenti dello stato di occupazione del sensore;
- Traffic classification: il software per gestire le code, in base alle informazioni ricevute dai sensori, classifica la tipologia di traffico in varie categorie, a seconda della configurazione scelta, e sono:
 - Regular;
 - Slow;
 - Intense;
 - Queue.

Questi file, verranno poi confrontati ed elaborati assieme a quelli riguardanti i video.

5.3.4 Download dei filmati

Si è infine sfruttata la possibilità di scaricare i filmati dei periodi durante i quali veniva svolta la rilevazione, avendo così la possibilità di effettuare ulteriori verifiche video sui risultati dei dati a disposizione. Per fare ciò, è stata utilizzata la funzione del software Aivu Device C relativa al download, la quale ti consente, selezione le opportune voci nei menu disponibili, tra cui la telecamera e il periodo temporale, di scaricare il filmato d'interesse. I filmati sono disponibili nell'archivio fino ad un massimo di tre giorni. Per questo problema, e per altre complicazioni dovute alla non sincronizzazione degli orologi con gli altri software, per un primo momento nella tesi non è stato possibile sfruttare anche questo strumento.

Tali filmati sono stati inoltre utilizzati per la redazione del settimo capitolo, ovvero per tentare l'applicazione di un software che permette il conteggio automatico tramite i video.

6 Analisi e correlazione dei dati

La strategia utilizzata è stata quella di confrontare i dati forniti dai report dei sensori, con i dati ottenuti tramite il conteggio da video, cercando di verificare quale sia la precisione dei sensori del monitoraggio del traffico presenti in campo. Successivamente, sono state sviluppate altre elaborazioni, aventi l'obiettivo di scoprire le situazioni in cui i sensori producono errori nel conteggio dei veicoli. È fondamentale per questa tesi, la centralità dei conteggi effettuati a video tramite le telecamere, in quanto, a partire da essi, sono state sviluppate poi tutte le elaborazioni e tutti i confronti, mirati come già detto alla validazione dei dati forniti dai sensori.

Il capitolo è stato suddiviso in due sezioni; nella prima verrà affrontato il trattamento dei dati che riguarda il gate di via dell'Azoto, mentre nella seconda sezione, verranno elaborati invece, i dati dei sensori presenti nelle corsie di avvicinamento dei terminal.

6.1 Sensoristica nel gate di via dell'Azoto

Nel gate di via dell'Azoto sono installati tutti i sensori di monitoraggio del traffico presenti nell'area portuale. Nella struttura del varco in particolare, sono posizionati i sensori che sfruttano la tecnologia degli ultrasuoni, denominati in questo lavoro "aboveground", essendo appunto installati sopra i varchi. L'altra tipologia di sensori, è quella che rileva la variazione di campo magnetico, ed è installata come già detto nei capitoli precedenti al di sotto del gate in due sezioni diverse, una all'ingresso ed un'altra

all'uscita dal varco. Nei paragrafi successivi, verranno confrontati i dati ottenuti dai report di tali sensori insieme ai conteggi video, sviluppando varie elaborazioni.

Il campione dei dati a disposizione per quanto riguarda il conteggio a video è di 13 sessioni di diversa durata. Esse si differenziano sia in termini di durata che di momento della giornata in cui si è svolto il rilievo. È stato possibile mantenere questa libertà, in quanto il traffico dei veicoli nell'arco delle giornate non si è dimostrato affatto costante. Ecco di seguito un quadro riassuntivo delle sessioni di rilievo:

SESSIONE	RILEVAZIONE	FASCIA ORARIA	DURATA [min]
03/12/2014	1	9.20 - 11.00	100
04/12/2014	2	11.10 - 13.00	110
04/12/2014	3	14.30 - 17.00	150
05/12/2014	4	9.15 - 10.30	75
10/12/2014	5	9.35 - 16.00	395
11/12/2014	6	09.45 - 15.45	360
12/12/2014	7	9.00 - 13.00	240
12/12/2014	8	14.00 - 16.00	120
17/12/2014	9	9.05 - 11.10	125
07/01/2015	10	9.35 - 11.10	95
08/01/2015	11	11.00 - 13.00	120
12/01/2015	12	9.20 - 12.15	175
-	-	-	34h 25m

Tabella 1- Elenco delle sessioni di rilievo tramite telecamere al gate

L'organizzazione di tutti i dati, e la loro manipolazione, è stata realizzata tramite il software Access. Si è creata una procedura, utilizzata per ogni sessione di rilievo, nella quale si è realizzato un unico database contenente tutti i dati omogeneizzati provenienti dai vari report della sensoristica. Per fare un esempio pratico, sono stati inseriti nello stesso database i dati dei conteggi eseguiti tramite video attraverso le telecamere, ed i report dei sensori acustici denominati aboveground. Una volta organizzati i dati, sono stati

manipolati e organizzati attraverso varie *query* a seconda dell'obiettivo da perseguire.

6.1.1 Analisi generale dei dati sui sensori ad ultrasuoni

La primissima domanda alla quale si voleva dare una risposta una volta avuto a disposizione un campione di dati ragionevole, era quella di verificare la precisione dei sensori ad ultrasuoni, quelli che chiameremo *aboveground* per semplicità ovvero, alla luce dei risultati, gli unici veramente in grado di eseguire il conteggio dei veicoli. Per fare ciò, è stato realizzato un database nel quale vengono messi a confronto il totale dei conteggi ottenuti tramite i sensori *aboveground* ed il totale dei conteggi eseguiti tramite le videocamere. Per omogeneizzare poi i dati delle varie giornate di rilievo, caratterizzate da una diversa numerosità del campione, è stato utilizzato il rapporto tra i totali dei due conteggi, in particolare, il rapporto tra *aboveground* e i conteggi con videocamere.

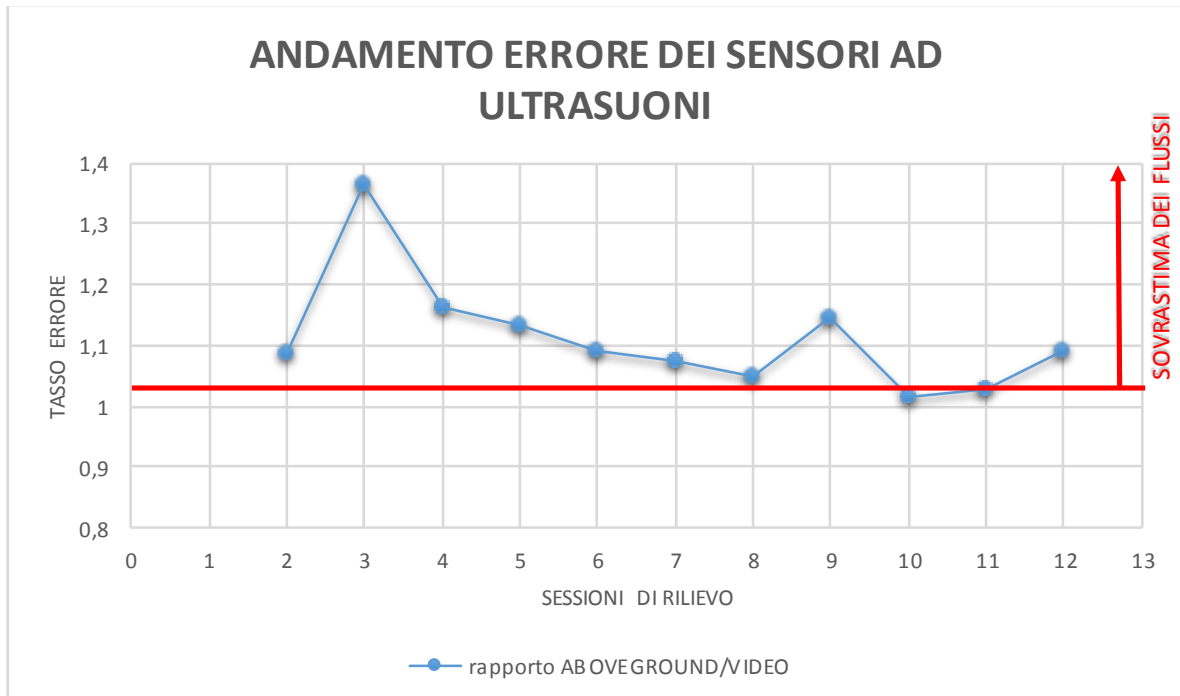


Figura 6.1 - Andamento dell'errore dei sensori laser scanner generale

Dal grafico si può osservare come l'andamento dell'errore che commettono i sensori è abbastanza costante e relativamente

contenuto, fatta eccezione per la terza sessione di rilievo nella quale si è verificata una sovrastima dei flussi piuttosto marcata.

L'interessante risultato che si ottiene da questo primo e grossolano studio, è che in media, i sensori ad ultrasuoni sovrastimano il flusso reale dei veicoli nell'ordine dell'11%.

6.1.1.1 Analisi generale dei dati sui sensori magnetici al gate

In questa fase della tesi, si sono voluti confrontare tutti i report dei sensori del traffico presenti in corrispondenza del gate. La creazione anche di questo database è piuttosto semplice, in quanto si sono considerati ancora i totali giornalieri di ogni sessione di rilievo, senza ulteriori elaborazioni, utilizzandoli poi come nell'esempio precedente, per creare una serie di coefficienti, i quali serviranno a dare una misura degli errori commessi dai sensori, tenendo sempre presente come, il punto di riferimento, è rappresentato dai conteggi realizzati tramite le telecamere.

È stato realizzato un confronto tra i totali dei report dei sensori magnetici con i conteggi video ed i sensori aboveground. Essendo al gate due le file di sensori magnetici, come già spiegato precedentemente, i report a disposizione saranno due, uno per centralina. Verrà sfruttato solo un report, quello denominato "aggregati 2", dato che l'altro aggrega anche i conteggi dei passaggi dei veicoli in uscita dall'area portuale.

Ognuno di questi dati è stato inserito, rapportato sia con i risultati dei conteggi video, sia con quelli dei sensori aboveground all'interno dello stesso grafico, in modo da rendere ancora più evidente la differente precisione dei vari strumenti. Si è tenuto sempre in considerazione il fatto che i sensori aboveground sono studiati appositamente per eseguire il conteggio dei veicoli, a differenza dei sensori magnetici, che sono stati installati con una diversa finalità.

La stessa tipologia di sensori è installata nelle corsie di accesso ai terminal, e li svolge una funzione di rilevamento dei veicoli, attraverso la quale si dovrebbe valutare lo stato di occupazione delle corsie, informazione fondamentale per il corretto funzionamento dell'algoritmo di gestione del traffico dell'area portuale. Quelli installati al gate non trasmettono informazione utili alla gestione del traffico, e quindi delle code nel porto, però, essendo della stessa tipologia, è stato interessante controllarne il funzionamento e la loro precisione, in un punto dell'area in cui si hanno a disposizione dati più precisi, ovvero quelli provenienti dall'aboveground.

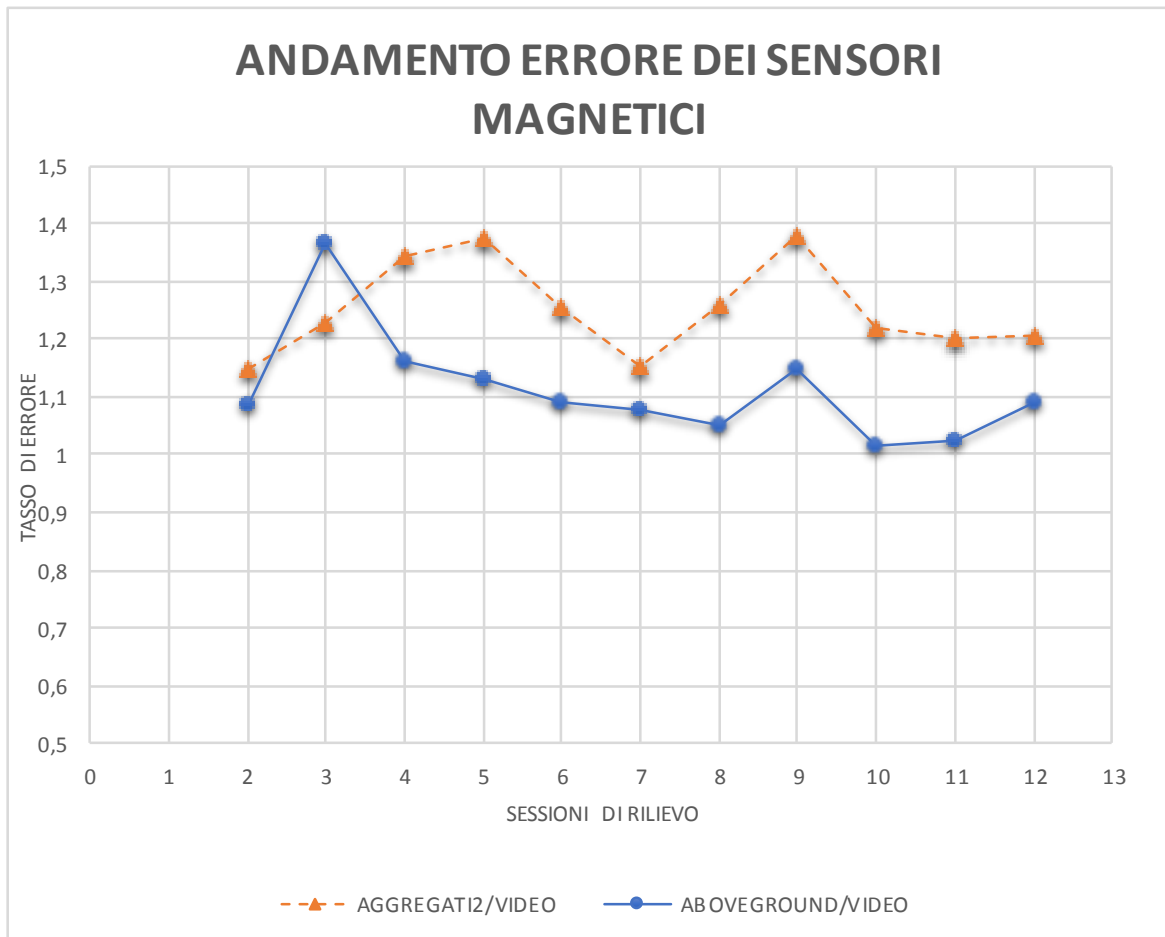


Figura 6.2 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici ed aboveground al gate Azoto

È stato inserito in questo grafico, riguardante i risultati dell'errore dei sensori magnetici, anche la spezzata che rappresenta l'errore dei sensori ad ultrasuoni, in modo tale da poter osservare la differenza

precisione delle due tipologie di sensori. Il confronto riguarda la spezzata arancione e tratteggiata, che rappresenta il rapporto dei risultati dei sensori magnetici con i conteggi reali eseguiti tramite telecamere, e la linea spezzata azzurra, già illustrata precedentemente, la quale rappresenta il rapporto tra i risultati dei report dei sensori ad ultrasuoni con i conteggi eseguiti tramite telecamere. Fatta eccezione per la terza sessione di rilievo, si può osservare un andamento dell'errore molto simile, con la differenza che essendo i sensori magnetici non adatti ad un conteggio preciso dei veicoli, si posiziona più in alto, evidenziando così un errore più elevato.

6.1.2 Incidenza di alcuni parametri sull'errore dei conteggi

Il passaggio successivo allo studio generale sugli errori commessi dai sensori di monitoraggio del traffico, è stato quello di cercare di interpretare le possibili cause degli errori nei conteggi e la correlabilità con le singole corsie e le tipologie dei mezzi in transito.

6.1.2.1 Analisi aggregata per corsia

La prima indagine realizzata, alla ricerca di una possibile correlazione dell'errore con altri fattori, è stata quella di verificare se ci fosse un legame tra le corsie di ingresso all'area portuale del gate e l'errore commesso dai sensori.

Si sono quindi create delle rappresentazioni che mettessero in evidenza questo particolare aspetto del traffico. Esse sono state realizzate per ogni sessione di rilievo, e sono di seguito riportate.

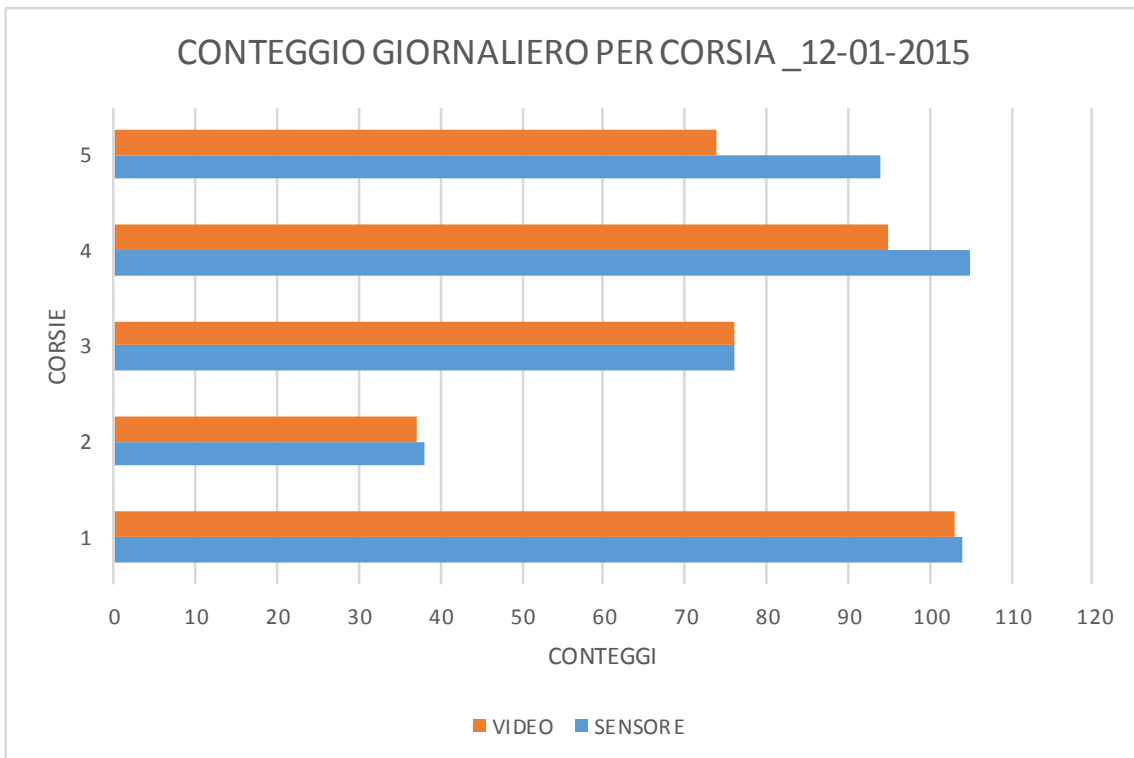


Figura 6.3 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-01-2015/9.20 - 12.15

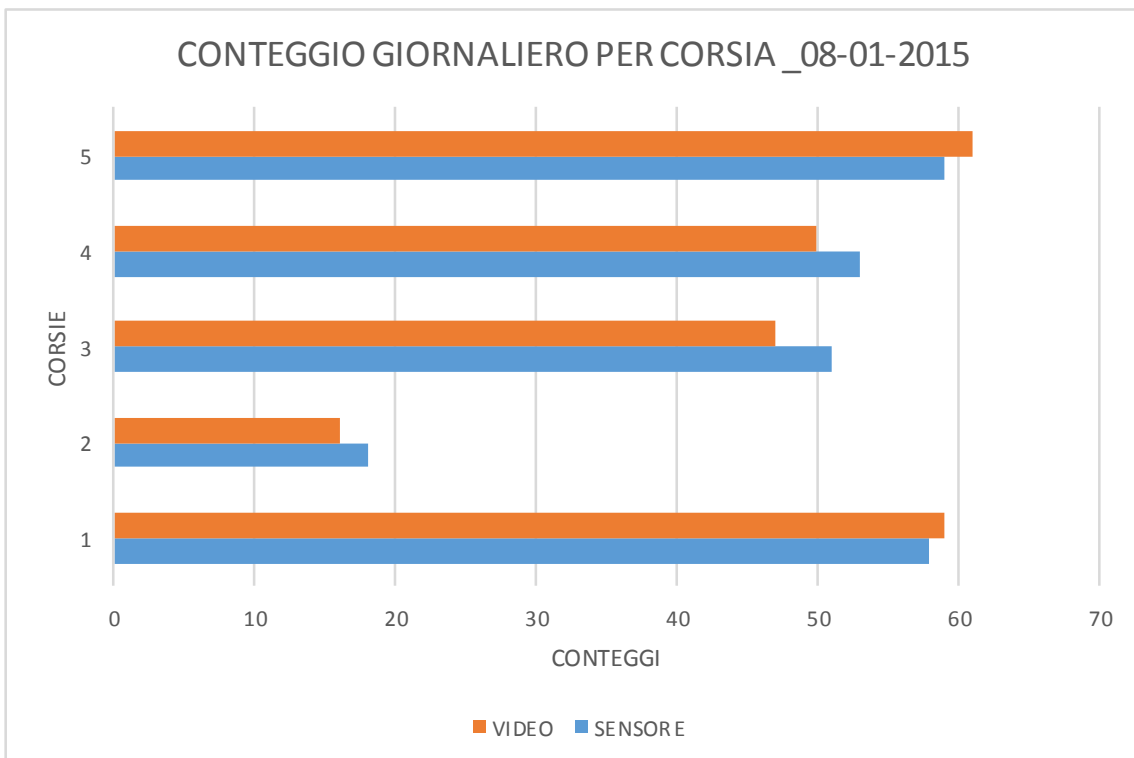


Figura 6.4- Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 08-01-2015/11.00 - 13.00

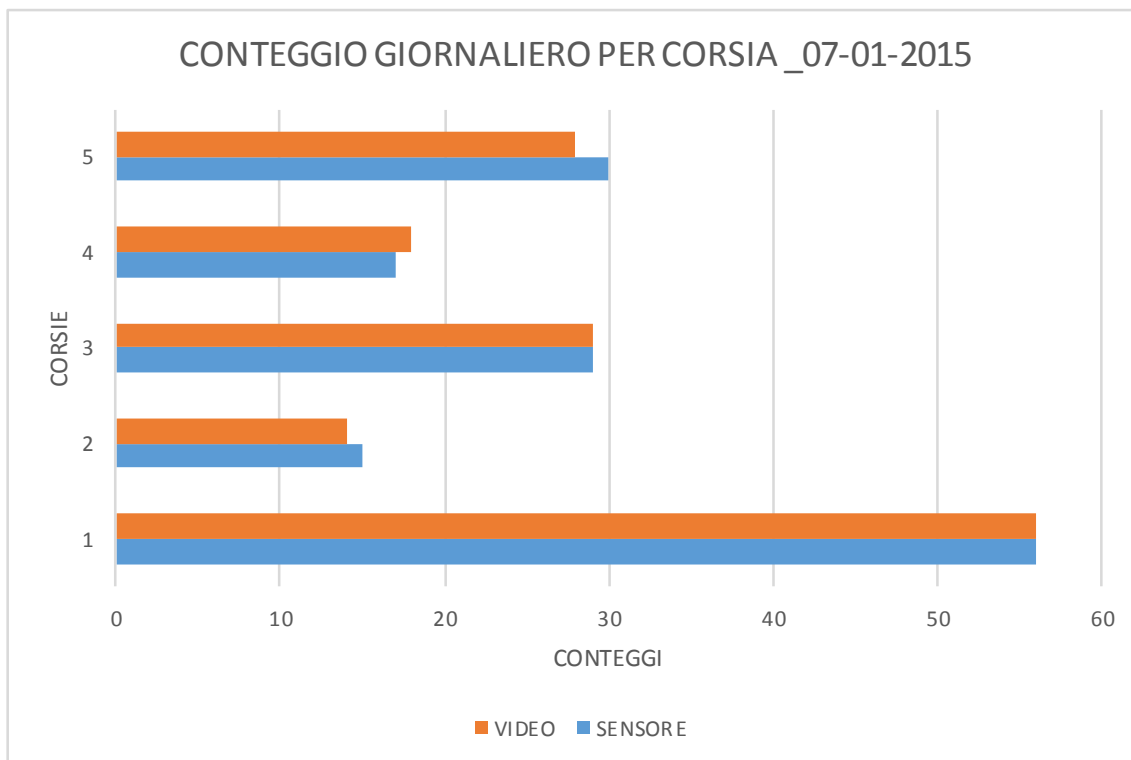


Figura 6.5 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 07-01-2015/9.35 - 11.10

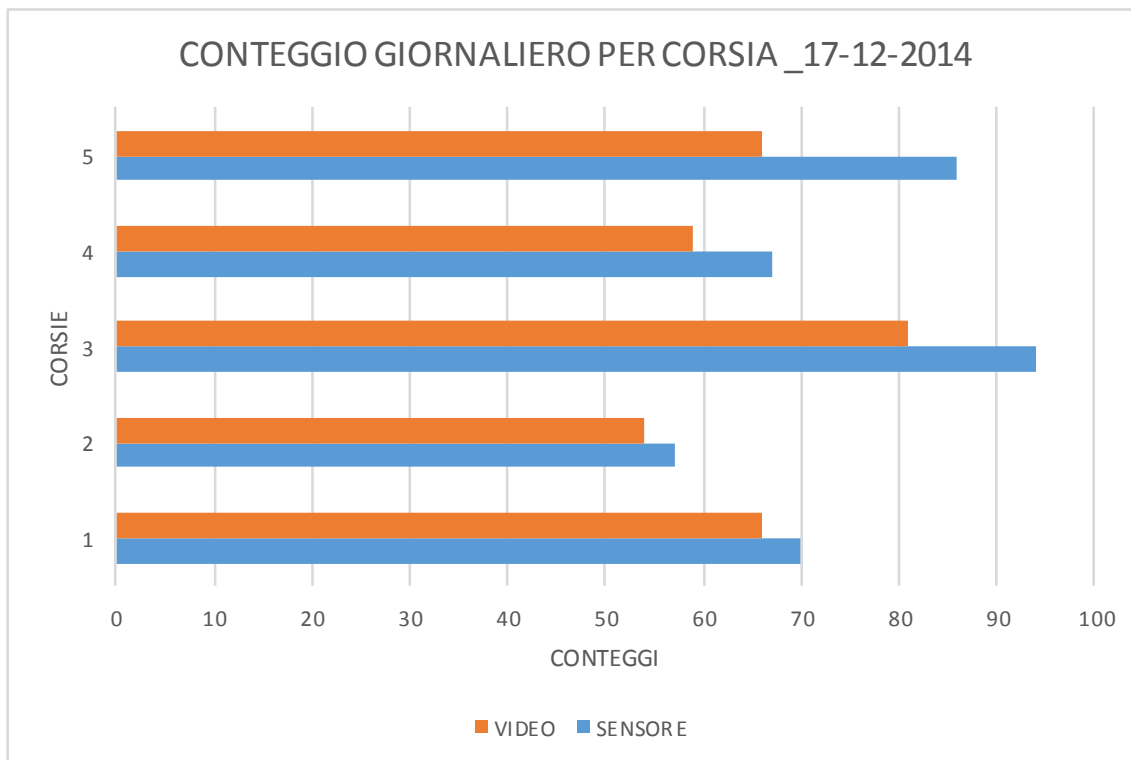


Figura 6.66 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 17-12-2014/9.05 - 11.10

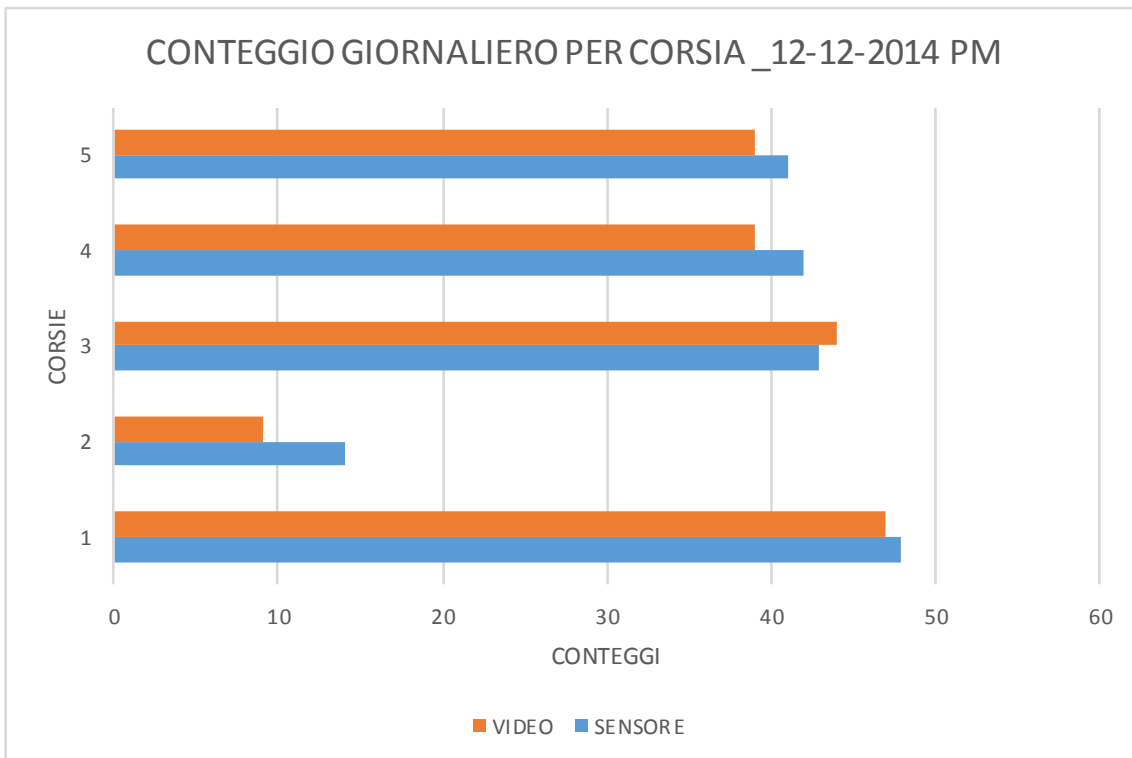


Figura 6.7 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-12-2014, PM/14.00 - 16.00

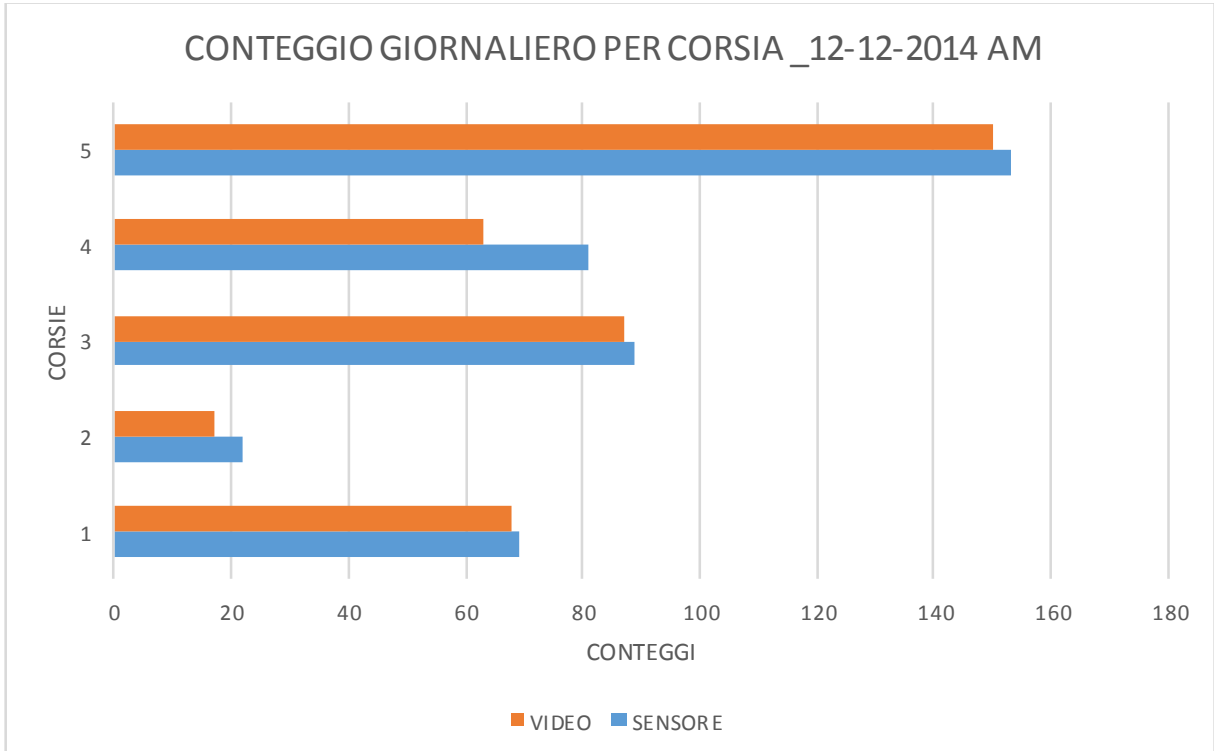


Figura 6.8 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 12-12-2014, AM/9.00 - 13.00

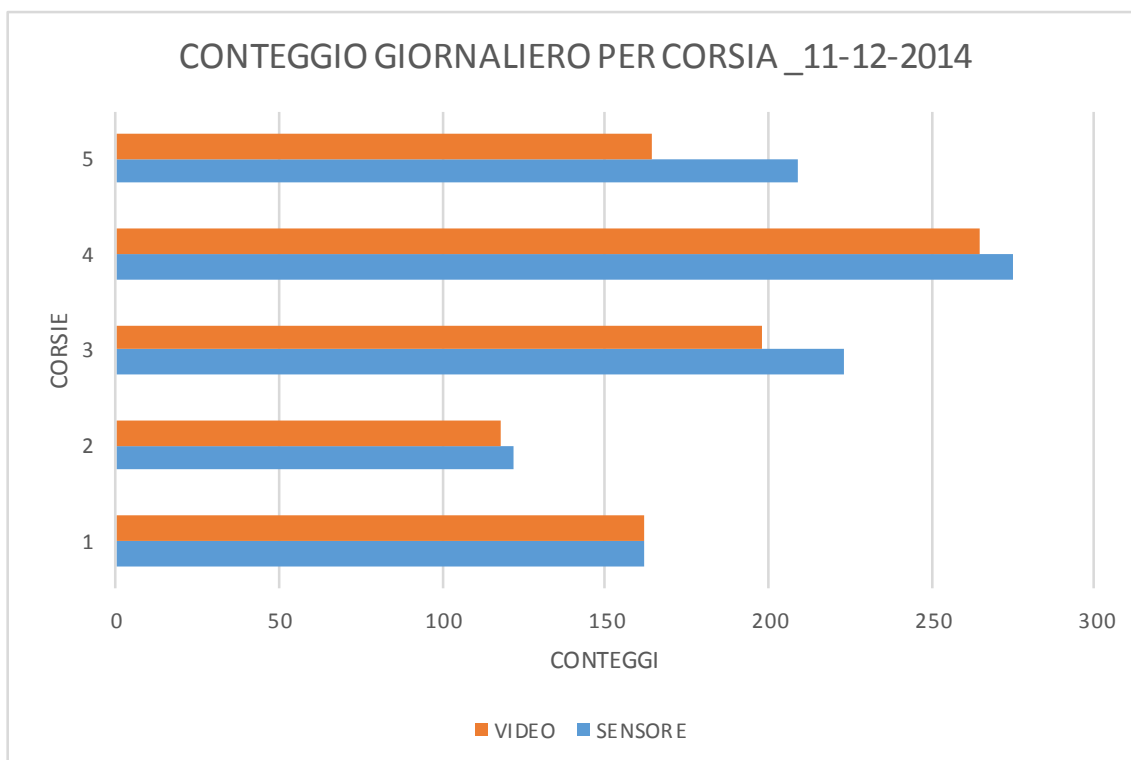


Figura 6.9 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 11-12-2014/09.45-15.45

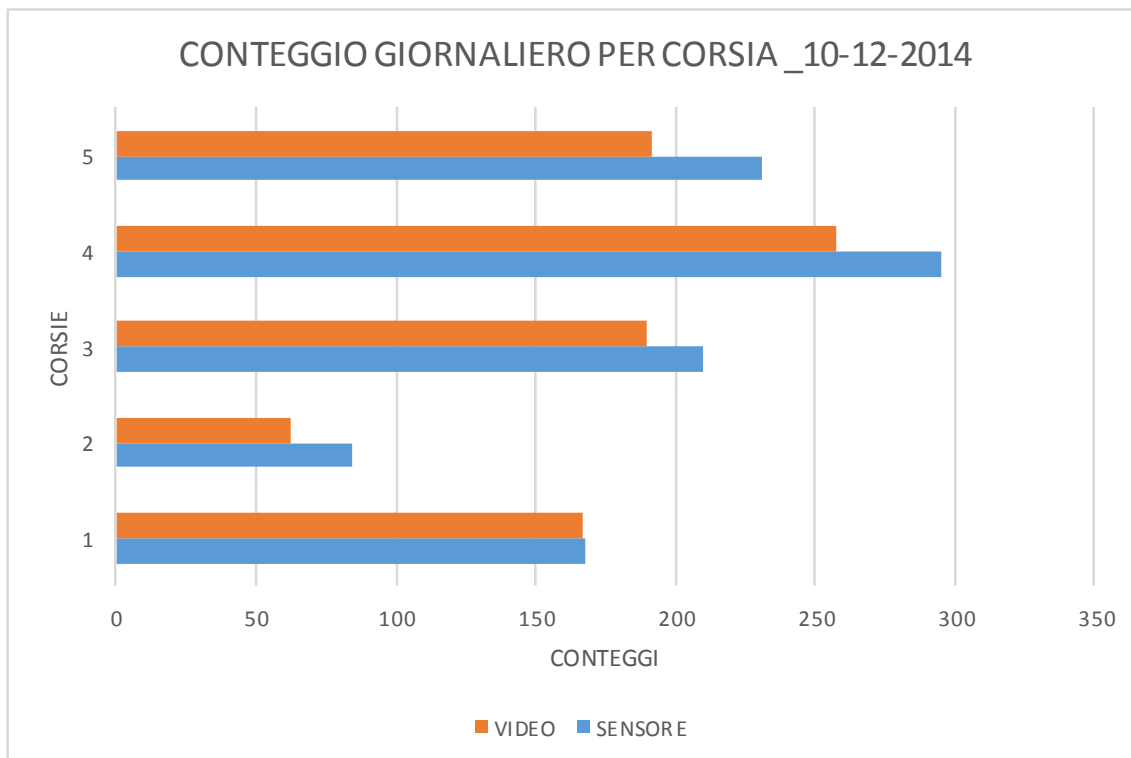


Figura 6.10 - Confronto tra conteggi con ultrasuoni e video al gate: 10-12-2014/9.35 - 16.00

Analizzando i precedenti grafici, risulta complicato individuare una possibile correlazione generale tra corsia ed errore effettuate dai sensori nel conteggio, anche se allo stesso tempo, è interessante osservare come al variare delle giornate l'errore commesso si distribuisca nelle varie corsie. Per rendere questo confronto più evidente, e cercando di ottenere un quadro più generale possibile, è stato realizzato un ultimo grafico in cui vengono rappresentati per ogni sessione di rilievo, i tassi di errore attraverso il rapporto tra la rilevazione con sensore ad ultrasuoni e rilevazione tramite videocamere, distinte per ogni corsia. Si è ottenuto il seguente risultato:

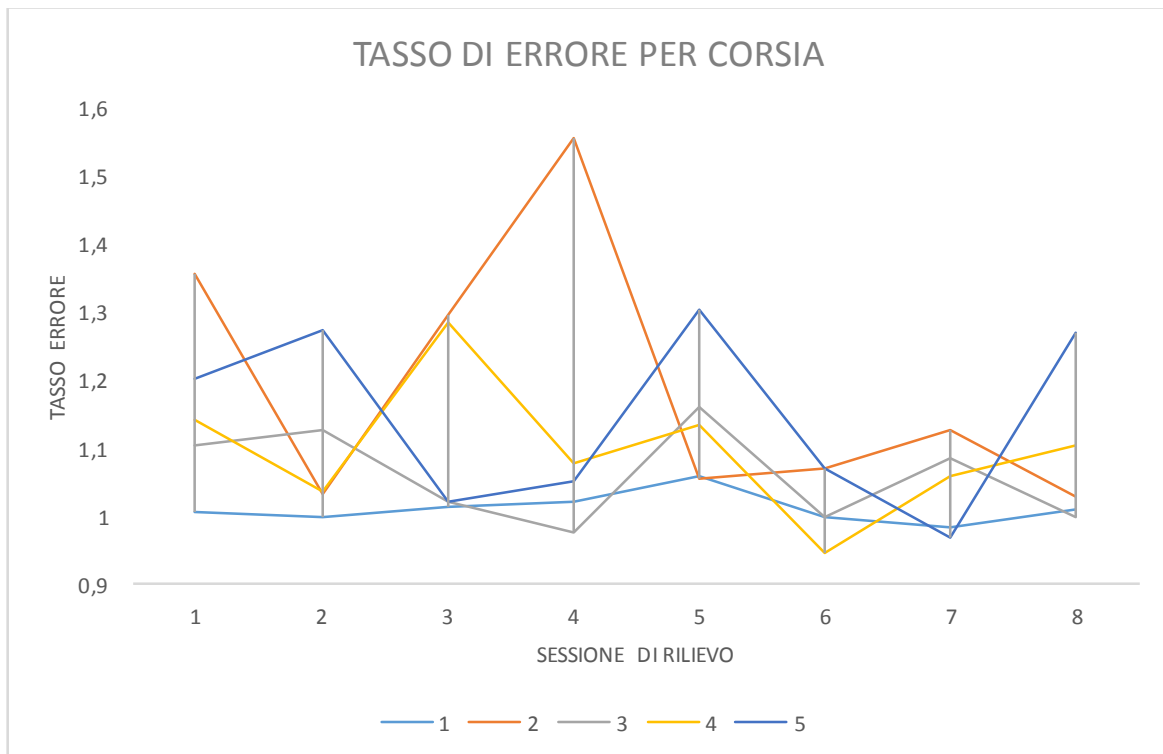


Figura 6.11 - Tasso di errore di ogni sessione di rilievo per corsia

Da tale rappresentazione si può osservare come tendenzialmente le corsie 1 e 3 mantengano un andamento abbastanza costante dell'errore, e che tale errore è relativamente basso, assestandosi su valori prossimi all'unità. Diversamente, per le corsie 2,4 e 5, l'errore assume un andamento poco costante, evidenziando inoltre picchi molto più elevati delle corsie 1 e 3.

Il prossimo passo è quello di analizzare gli errori sfruttando la disponibilità dei dati a livello disaggregato per singolo passaggio e per fare ciò sarà necessaria un'analisi del traffico molto più dettagliata, diversa dalle aggregazioni realizzate fino a questo momento, che si sono comunque rivelate importanti, dato che hanno permesso di indirizzare lo studio, e fornito già alcuni interessanti risultati.

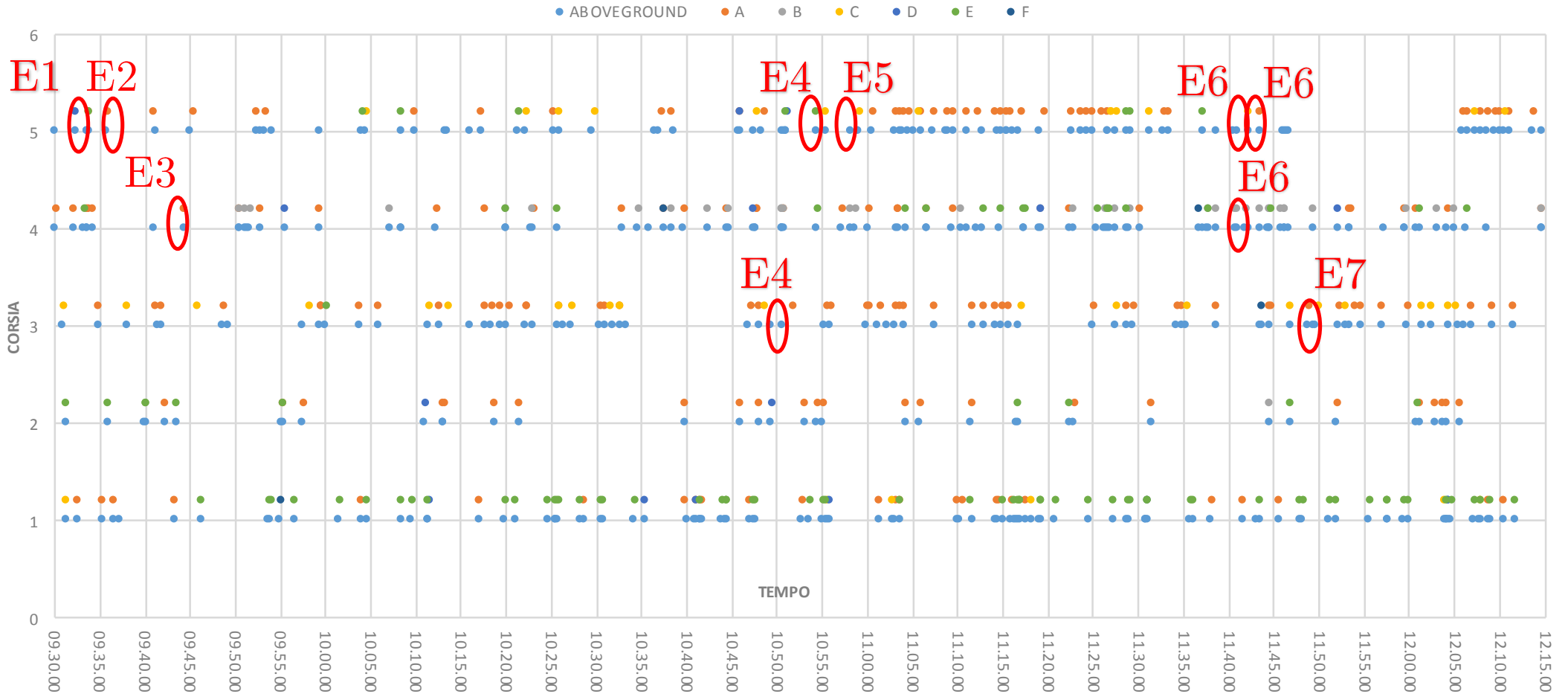
6.1.2.2 Analisi dell'errore nei singoli passaggi

Diversamente dagli studi svolti in precedenza, l'analisi dei dati non sarà più aggregata alla sessione di rilievo, ma si svilupperà concentrandosi sui singoli passaggi dei veicoli, confrontando come sempre la differenza tra i risultati dei report dei sensori ad ultrasuoni con i conteggi realizzati tramite videocamere. Questo confronto è possibile perché sia nei report dei sensori che nei conteggi realizzati tramite i video, si ha a disposizione il *survey time* del passaggio dei singoli mezzi, ovvero l'informazione temporale del momento del passaggio precisa al secondo. Confrontando singolarmente i passaggi, sarà quindi possibile individuare gli errori commessi dai sensori, dato che, per tali casi, non vi sarà corrispondenza tra le due tipologie di rilievo. Successivamente, dopo aver individuato i singoli errori, attraverso i filmati scaricati dal software Aivu device C, si è andati a controllare nel video della sessione di rilievo il fotogramma relativo al momento in cui il sensore commetteva l'errore, e si è cercato, attraverso l'analisi del fermo immagine di capire quale fosse la fonte del conteggio errato da parte dei sensori.

Per individuare gli errori commessi dai sensori aboveground si è utilizzato il software di gestione e organizzazione dei dati Access. Per visualizzare i risultati poi, si è utilizzata una rappresentazione grafica dei dati che mettesse in correlazione alcuni parametri del nostro contesto. In particolare all'interno di questo studio, si è tentato di verificare se ci potesse essere un'incidenza sull'errore da parte della tipologia dei rimorchi e dei carichi. I singoli conteggi dei

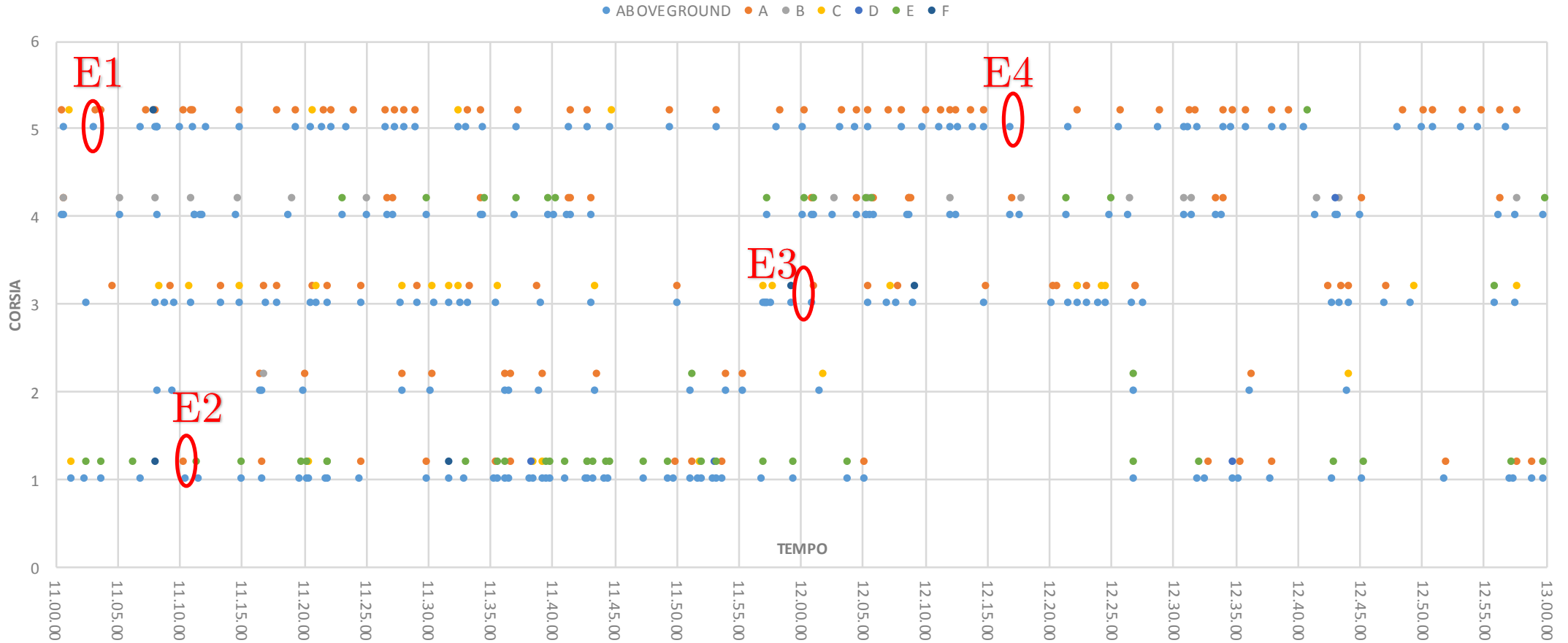
veicoli, sono stati infatti rappresentati sia suddividendoli per corsia di percorrenza, che classificandoli per le varie classi utilizzate per differenziare la tipologia dei rimorchi dei mezzi. Tali rappresentazioni sono state realizzate per ogni sessione di rilievo come per i precedenti studi, ma dato che, dopo aver creato i grafici, si è realizzato il confronto con i filmati, avendo a disposizione solo quelli delle ultime tre sessioni di rilievo, sono stati inseriti solo questi ultimi. I grafici sono riportati nelle pagine successive.

CONFRONTO CONTEGGI PER CORSIA _ 12-01-2015



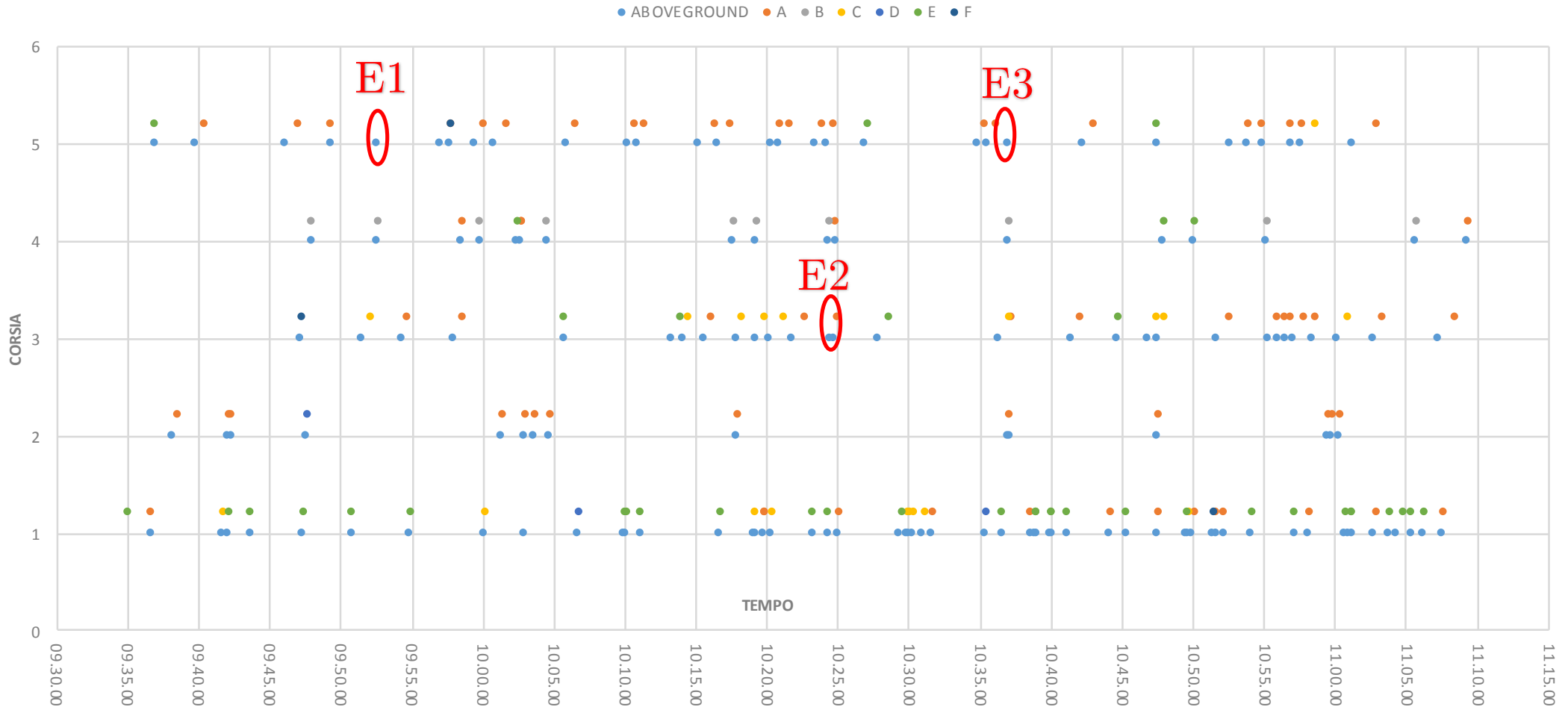
LEGENDA DEI CONTEGGI: **A**: rimorchio il cui contenuto non crea discontinuità con matrice; **B**: motrice con doppio rimorchio; **C** rimorchio il cui contenuto crea discontinuità con matrice; **D**: no rimorchio; **E**: rimorchio vuoto; **F**: veicoli leggeri

CONFRONTO CONTEGGI PER CORSIA _08-01-2015



LEGENDA DEI CONTEGGI: **A**: rimorchio il cui contenuto non crea discontinuità con matrice; **B**: motrice con doppio rimorchio; **C**: rimorchio il cui contenuto crea discontinuità con matrice; **D**: no rimorchio; **E**: rimorchio vuoto; **F**: veicoli leggeri

CONFRONTO CONTEGGI PER CORSIA _ 07-01-2015



LEGENDA DEI CONTEGGI: **A**: rimorchio il cui contenuto non crea discontinuità con matrice; **B**: motrice con doppio rimorchio; **C**: rimorchio il cui contenuto crea discontinuità con matrice; **D**: no rimorchio; **E**: rimorchio vuoto; **F**: veicoli leggeri

Nell'asse delle ascisse è indicato il tempo, mentre nelle ordinate il numero della corsia del gate. I conteggi, rappresentati dai pallini colorati, sono divisi in due file per evidenziare le due serie di dati: quelli dei sensori ad ultrasuoni e di quelli eseguiti manualmente tramite le videocamere.

Essendo le due serie di dati allineate temporalmente, con tale rappresentazione è possibile visualizzare il conteggio sbagliato, infatti la mancata corrispondenza verticale tra il pallino azzurro e colorato, sta ad indicare come il sensore abbia contato un veicolo non transitato realmente. Il non perfetto allineamento verticale tra i conteggi, ovvero la sincronia tra conteggio del sensore e conteggio video, è dovuto ad alcuni problemi pratici del rilievo manuale tramite telecamere, dato che si è rivelato complicato, soprattutto nei momenti di traffico intenso, effettuare il conteggio nello stesso momento in cui avveniva il conteggio da parte dei sensori aboveground, per tutti i passaggi. Quello che conta per ritenere valido un conteggio, è che i due pallini che lo rappresentano siano, anche se non perfettamente verticali, vicini di un certo intorno.

Il procedimento grafico appena descritto, è solo un modo per poter visualizzare gli errori che sono stati rilevati nel database. Infatti il passo successivo di questo studio è quello di analizzare i singoli errori. Si sono scelti dalle sessioni di rilievo gli errori più rappresentativi e per ognuno di essi, ne è stata data la descrizione. Come primo passo, si sono cerchiati in rosso gli errori, direttamente nelle rappresentazioni grafiche delle pagine precedenti, gli è stato assegnato un numero, il quale verrà poi utilizzato nei paragrafi successivi per individuare la descrizione dell'errore. Per ognuno di essi è stato assegnato un titolo rappresentativo, è stata riportata la sequenza dei dati provenienti dai report dei sensori ad ultrasuoni e dai conteggi manuali, identificando così il conteggio sbagliato, ed infine è stato inserito il fermo immagine del video, nell'istante preciso in cui il sensore ha sbagliato conteggio, e di tale figura, ne è stata data di volta in volta una breve descrizione.

6.1.2.2.1 Sessione rilevata:12-01-2015

- **E1** Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
09.30.03	4	ULTRASUONII	09.30.05	4A	VIDEO
09.30.04	5	ULTRASUONII			
09.30.52	3	ULTRASUONII	09.31.00	3C	VIDEO
09.31.16	2	ULTRASUONII	09.31.13	2E	VIDEO

Tabella 2 – Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 1

Il veicolo transitato in corsia 4 è stato rilevato, in fase di avvicinamento, anche dal sensore della corsia 5. I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 5 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.



Figura 6.12 - Screenshot all'istante 09.30.04 dell'errore

- **E2** Doppio conteggio “immediato”

SENSORE	VIDEOCAMERE
---------	-------------

SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
09.33.28	4	ULTRASUONII	09.33.31	4A	VIDEO
09.33.29	5	ULTRASUONI			
09.33.33	4	ULTRASUONI	09.33.40	4A	VIDEO
09.33.34	5	ULTRASUONI	09.33.42	5A	VIDEO
09.33.49	5	ULTRASUONI	09.33.52	5E	VIDEO

Tabella 3 - Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 2

I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 5 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.



Figura 6.13 - Screenshot all'istante 09.33.29 dell'errore

• E3 Incognito

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
09.40.07	2	ULTRASUONI	09.40.10	2E	VIDEO
09.40.59	4	ULTRASUONI			
09.41.05	5	ULTRASUONI	09.41.00	5A	VIDEO
09.41.18	3	ULTRASUONI	09.41.15	3A	VIDEO

Tabella 4 - Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 3

In questo caso, non è stato possibile ricondursi ad una causa d'errore da parte dei sensori ultrasuoni, che hanno effettuato un conteggio nella corsia 4 nonostante non vi sia transitato nessun camion.



Figura 6.14 - Screenshot all'istante 09.40.59 dell'errore

- **E4** Incognito, doppio conteggio “immediato”, doppio conteggio

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
10.50.26	4	ULTRASUONI	10.50.30	4B	VIDEO
10.50.31	4	ULTRASUONI	10.50.33	4B	VIDEO
10.50.35	3	ULTRASUONI	10.50.42	4A	VIDEO
10.50.36	4	ULTRASUONI			
10.50.37	5	ULTRASUONI	10.50.50	4B	VIDEO
10.50.42	5	ULTRASUONI			
10.50.46	4	ULTRASUONI			

Tabella 5 - Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 4

In figura 6.14, non si osserva nessun veicolo transitare in corsia 3 come indicato dal report dei sensori ed è anche difficile assegnare ai veicoli delle corsie adiacenti la possibilità di essere stati conteggiati.

In figura 6.15, il veicolo indicato dalla freccia viene conteggiato inizialmente correttamente nella sua corsia di destinazione, e poi rilevato nuovamente sbagliando in corsia 5.

In figura 6.16, il veicolo indicato dalla freccia viene conteggiato inizialmente erroneamente in corsia 5, e poi rilevato nuovamente correttamente in corsia 4.



Figura 6.15 - Screenshot all'istante 10.50.37 dell'errore 1



Figura 6.16 - Screenshot all'istante 10.50.37 dell'errore 2



Figura 6.17 - Screenshot all'istante 10.50.42 dell'errore 3

• **E5** Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
10.58.07	4	ULTRASUONI	10.58.12	4B	VIDEO
10.58.08	5	ULTRASUONI			
10.58.37	4	ULTRASUONI	10.58.44	4B	VIDEO
10.59.03	5	ULTRASUONI	10.59.06	5C	VIDEO

Tabella 6- Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 5



Figura 6.18 - Screenshot all'istante 10.58.08 dell'errore

I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 5 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.

- **E6** Doppio conteggio, Incognito, Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
11.40.37	5	ULTRASUONI	11.40.48	4B	VIDEO
11.40.41	4	ULTRASUONI			
11.40.51	4	ULTRASUONI	11.40.57	4B	VIDEO
11.41.02	5	ULTRASUONI			
11.41.28	1	ULTRASUONI	11.41.37	1A	VIDEO
11.41.51	4	ULTRASUONI	11.42.03	4B	VIDEO
11.42.11	4	ULTRASUONI	11.42.11	5C	VIDEO
11.42.12	5	ULTRASUONI			

Tabella 7- Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 6

In figura 6.19, il veicolo indicato dalla freccia viene conteggiato inizialmente erroneamente in corsia 5, e poi rilevato nuovamente correttamente in corsia 4.

In figura 6.20, non si osserva nessun veicolo transitare in corsia 3 come indicato dal report dei sensori ed è anche difficile assegnare ai veicoli delle corsie adiacenti la possibilità di essere stati conteggiati.



Figura 6.19 - Screenshot all'istante 11.40.37 dell'errore 1



Figura 6.20 - Screenshot all'istante 11.41.02 dell'errore 2

In figura 6.21, il veicolo indicato dalla freccia viene conteggiato inizialmente erroneamente in corsia 4, e poi rilevato nuovamente correttamente in corsia 5.



Figura 6.21 - Screenshot all'istante 11.42.11 dell'errore 3

• **E7** Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
11.48.04	1	ULTRASUONI	11.48.13	1E	VIDEO
11.48.46	3	ULTRASUONI	11.48.52	3A	VIDEO
11.49.21	3	ULTRASUONI	11.49.28	4B	VIDEO
11.49.22	4	ULTRASUONI			

Tabella 8- Estratto del foglio di calcolo, 12-01-2015, errore 7

I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 3 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.



Figura 6.22 - Screenshot all'istante 11.49.21 dell'errore

6.1.2.2.2 Sessione rilevata:08-01-2015

• E1 Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
11.00.30	4	ULTRASUONI	11.00.35	4B	VIDEO
11.00.36	4	ULTRASUONI	11.00.40	4A	VIDEO
11.00.36	5	ULTRASUONI			
11.01.13	1	ULTRASUONI	11.01.19	1C	VIDEO

Tabella 9- Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 1

I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 5 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.



Figura 6.23 - Screenshot all'istante 11.00.36 dell'errore

• **E2** Doppio conteggio “manovra”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
11.08.12	5	ULTRASUONI	11.08.05	5A	VIDEO
11.08.45	3	ULTRASUONI	11.08.16	3C	VIDEO
11.09.24	2	ULTRASUONI	11.09.10	3A	VIDEO
11.09.30	3	ULTRASUONI			

Tabella 10- Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 2

In questo caso, il percorso di avvicinamento del camion al gate fa conteggiare un veicolo anche nella corsia 2, nonostante quest'ultimo vi transiti solo temporaneamente prima di raggiungere il gate nella corsia 3.



Figura 6.24 - Screenshot all'istante 11.09.24 dell'errore

- **E3** Incognito, Doppio conteggio “immediato”, Incognito, Incognito

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
11.56.53	1	ULTRASUONI	11.56.58	1E	VIDEO
11.56.55	3	ULTRASUONI	11.57.01	3C	VIDEO
11.57.05	3	ULTRASUONI	11.57.09	3C	VIDEO
11.57.10	3	ULTRASUONI			
11.57.15	3	ULTRASUONI			
11.57.16	4	ULTRASUONI	11.57.20	4E	VIDEO
11.57.20	3	ULTRASUONI			
11.57.31	3	ULTRASUONI			
11.58.02	5	ULTRASUONI	11.58.16	5A	VIDEO
11.59.11	3	ULTRASUONI	11.59.15	3F	VIDEO
11.59.19	1	ULTRASUONI	11.59.23	1E	VIDEO

Tabella 11- Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 3

In questo caso, nonostante transitino in tutto nella corsia 3 due soli camion, i sensori ne rilevano ben 4 in più a seguito dei transiti dei camion nella corsia 4 adiacente.



Figura 6.25 - Screenshot all'istante 11.57.10 dell'errore 1



Figura 6.26 - Screenshot all'istante 11.57.15 dell'errore 2



Figura 6.27- Screenshot all'istante 11.57.20 dell'errore 3



Figura 6.28 - Screenshot all'istante 11.57.31 dell'errore 4

• E4 Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
12.16.54	4	ULTRASUONI	12.17.02	4A	VIDEO
12.16.55	5	ULTRASUONI			
12.17.34	4	ULTRASUONI	12.17.43	4B	VIDEO

Tabella 12- Estratto del foglio di calcolo, 08-01-2015, errore 4

Il veicolo che si immetterà nella corsia 4 viene conteggiato una seconda volta nella corsia 5.



Figura 6.29 - Screenshot all'istante 12.16.55 dell'errore

6.1.2.2.3 Sessione rilevata:07-01-2015

• **E1** Doppio conteggio “manovra”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
09.50.44	1	ULTRASUONI	09.50.48	1E	VIDEO
09.51.26	3	ULTRASUONI	09.52.06	3C	VIDEO
09.52.28	5	ULTRASUONI	09.52.36	4B	VIDEO
09.52.32	4	ULTRASUONI			
09.54.12	3	ULTRASUONI	09.54.42	3A	VIDEO
09.54.50	1	ULTRASUONI	09.54.57	1E	VIDEO

Tabella 13- Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 1



Figura 6.30 - Screenshot all'istante 09.52.28 dell'errore

In questo caso, il percorso di avvicinamento del camion al gate fa conteggiare un veicolo anche nella corsia 5, nonostante quest'ultimo vi transiti solo temporaneamente prima di raggiungere il gate nella corsia 4.

• **E2** Doppio conteggio “manovra”

SENSORE	VIDEOCAMERE
---------	-------------

SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
10.24.16	4	ULTRASUONI	10.24.24	4B	VIDEO
10.24.25	3	ULTRASUONI	10.24.56	3A	VIDEO
10.24.40	3	ULTRASUONI	10.24.49	4A	VIDEO
10.24.46	4	ULTRASUONI			

Tabella 14 Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 2

In questo caso, il percorso di avvicinamento del camion al gate fa conteggiare un veicolo anche nella corsia 3, nonostante quest'ultimo vi transiti solo temporaneamente prima di raggiungere il gate nella corsia 4.



Figura 6.31 - Screenshot all'istante 10.24.40 dell'errore

• E3 Doppio conteggio “immediato”

SENSORE			VIDEOCAMERE		
SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE	SURVEY TIME	CORSIA	RILEVAZIONE
10.36.52	4	ULTRASUONI	10.37.02	4B	VIDEO
10.36.53	5	ULTRASUONI			
10.36.55	2	ULTRASUONI	10.37.05	2A	VIDEO
10.37.00	2	ULTRASUONI	10.37.08	2A	VIDEO

Tabella 15 - Estratto del foglio di calcolo, 07-01-2015, errore 3

I sensori ad ultrasuoni hanno effettuato un conteggio anche nella corsia 3 del veicolo indicato dalla freccia nella figura sottostante, il quale transiterà solo in corsia 4.



Figura 6.32 - Screenshot all'istante 10.36.53 dell'errore

6.2 Sensoristica nelle corsie di accesso ai terminal

In questo paragrafo, verrà descritta l'analisi dei dati acquisiti nelle corsie di accesso ai terminal, tramite i sensori magnetici ed i conteggi manuali eseguiti tramite le telecamere.

Dopo aver osservato i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati aggregati dei sensori magnetici al gate, si è studiata anche in questo caso la precisione nel conteggio dei veicoli da parte degli stessi sensori, situati in sezioni diverse nell'area portuale.

survey time	total vehicles	speed avg	length avg	class0-1le	class2len	class3-9le	traffic classificatic
12/01/2015 09.25	1	0	0	0	0	1	Regular
12/01/2015 09.30	9	0	0	0	0	9	Regular
12/01/2015 09.35	4	0	0	0	0	4	Regular
12/01/2015 09.40	5	0	0	0	0	5	Regular
12/01/2015 09.45	3	0	0	0	0	3	Regular
12/01/2015 09.50	8	0	0	0	0	8	Regular
12/01/2015 09.55	8	0	0	0	0	8	Regular

Figura 6.33 - Esempio di report dei sensori magnetici

Con questo studio, si andrà a verificare inizialmente la precisione dei conteggi, confrontando i valori della colonna *total vehicles* con i conteggi manuali, per poi cercare di capire, se la classificazione del traffico, informazione fornita dall'ultima colonna del report sia rappresentativa delle reali condizioni di traffico. Per fare ciò, si utilizzeranno oltre ai conteggi manuali, che verranno confrontati con quelli eseguiti dai sensori, anche i filmati delle sessioni di rilievo scaricati dal solito software Aivu Device C, in modo da visualizzare le vere condizioni di traffico, confrontandole con quelle indicate dai report.

Quest'ultima fase dello studio, di verifica dell'informazione sulla classificazione del traffico è abbastanza importante, in quanto riguarda lo stato di occupazione delle sezioni delle corsie di accesso ai terminal, e come spiegato nel capitolo 4 in cui è stato esposto il funzionamento dell'algoritmo di regolazione del traffico, proprio tale informazione, in caso di segnalamento di code, dovrebbe causare la chiusura delle corsie del gate non consentendo più l'ingresso nell'area portuale. Di conseguenza è evidente come sia cruciale ai fini del corretto funzionamento del sistema, la giusta interpretazione del traffico rilevato dai sensori magnetici.

Il campione dei dati a disposizione per quanto riguarda il conteggio a video è di 11 sessioni. Esse si differenziano sia in termini di durata che di momento della giornata in cui si è svolto il rilievo. È stato possibile mantenere questa libertà, in quanto il traffico dei veicoli nell'arco delle giornate si è dimostrato molto variegato. Ecco di seguito un quadro riassuntivo delle sessioni di rilievo:

TERMINAL	RILEVAZIONE	FASCIA ORARIA	DURATA
VECON	1	9.40 - 10.20	50
VECON	2	11.30 - 12.55	85
VECON	3	14.10 - 15.25	75
TIV	4	15.30 - 18.00	150
VECON	5	11.25 - 12.35	70
TRI	6	10.55 - 12.35	100
VECON	7	11.15 - 12.30	75
TRI	8	11.20 - 12.30	70
VECON	9	11.10 - 12.30	80
TIV	10	10.50 - 13.00	70
TIV	11	9.25 - 12.05	160
-	-	-	16h 25m

Tabella 16 - Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso ai terminal

6.2.1 Analisi generale dei dati

Il primo controllo nei dati realizzato nelle corsie di accesso ai terminal, è stato quello di verificare la precisione dei conteggi ottenuti dai report dei sensori con quelli dei conteggi manuali effettuati attraverso le telecamere. Il risultato di questa prima analisi è riportato nel grafico successivo, nel quale è rappresentato l'andamento dell'errore dei sensori magnetici. Nelle ascisse sono riportate le sessioni di rilievo mentre nelle ordinate è presente il tasso di errore, infatti, come per gli studi effettuati nel gate, si sono utilizzati per ogni sessione di rilievo i rapporti tra i totali provenienti dai report delle centraline dei sensori magnetici ed i totali conteggiati manualmente.

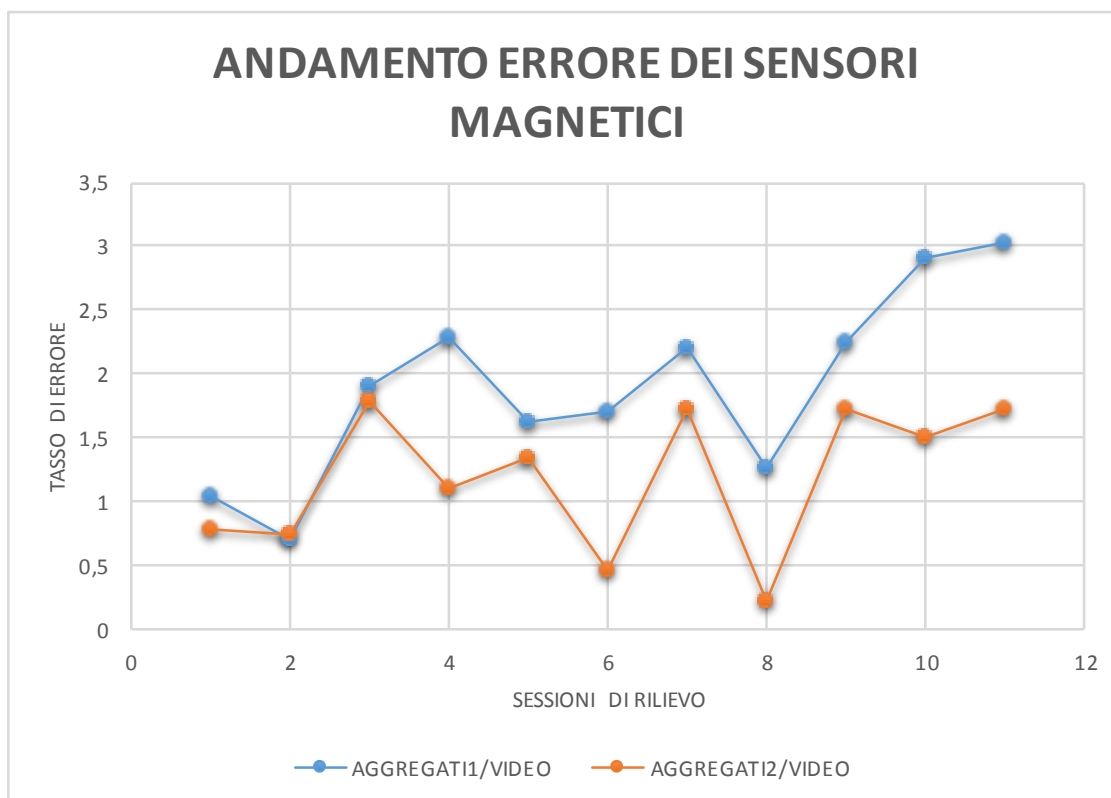
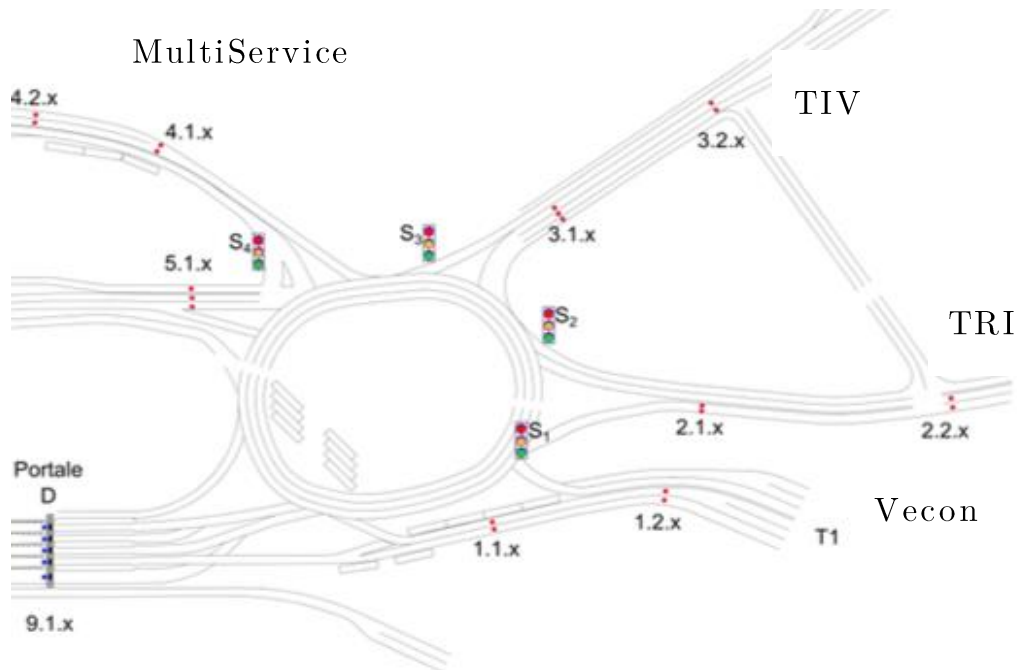


Figura 6.34 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici di tutti i terminal

I pallini azzurri rappresentano il rapporto tra i totali dei conteggi dei sensori della centralina più vicina alla rotonda, e i totali dei conteggi video; mentre i pallini arancio, uniti dalla linea spezzata arancio rappresentano il rapporto tra i totali dei conteggi dei sensori della centralina più lontana dalla rotonda, e i totali dei conteggi video.

Gli esiti di questa prima analisi dei dati potrebbero non sembrare incoraggianti, dato che evidenziano un livello medio dell'errore elevato nonché una sua alta variabilità.



-.1.x = AGGREGATI 1

-.2.x = AGGREGATI 2

Figura 6.35 - Sinottico dei sensori magnetici

Osservando però più da vicino i dati, si è osservato come per alcuni terminali, i report dei sensori evidenziassero un andamento dell'errore molto più ragionevole. Infatti, eseguendo tale analisi con i risultati dei conteggi dei sensori in Vecon, si ottiene il seguente grafico.

GIORNATA	TERMINAL	RILEVAZIONE	FASCIA ORARIA
15/12/2014	VECON	1	9.40 - 10.20
17/12/2014	VECON	2	11.30 - 12.55
17/12/2014	VECON	3	14.10 - 15.25
19/12/2014	VECON	4	11.25 - 12.35
07/01/2015	VECON	5	11.15 - 12.30
08/01/2015	VECON	6	11.10 - 12.30

Tabella 17 - Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso a Vecon

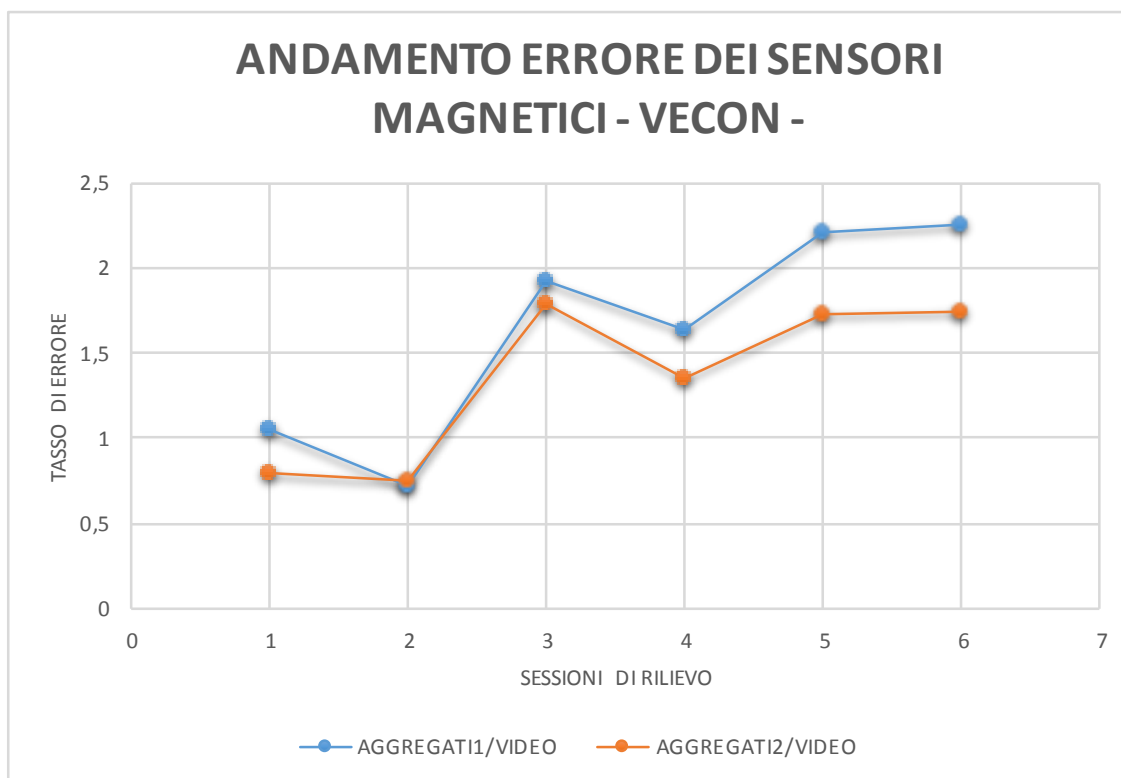


Figura 6.36 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici al terminal Vecon

Si può osservare come il tasso di errore tra le due diverse sezioni dei sensori assume un andamento molto simile in quanto le due spezzate sono abbastanza vicine tra loro. L'errore è comunque abbastanza alto, dato che per tre sessioni di rilievo è vicino, e per due volte addirittura conteggia il doppio dei veicoli effettivamente transitati nelle corsie, confermando quindi la scarsa precisione di questa tipologia di sensori.

Risultati completamente diversi, si sono ottenuti invece confrontando i report dei sensori magnetici con i conteggi realizzati nelle corsie degli altri due terminal, TIV e TRI.

GIORNATA	TERMINAL	RILEVAZIONE	FASCIA ORARIA
18/12/2014	TIV	1	15.30 - 18.00
08/01/2015	TIV	2	10.50 - 13.00
12/01/2015	TIV	3	9.25 - 12.05
19/12/2014	TRI	4	10.55 - 12.35
07/01/2015	TRI	5	11.20 - 12.30

Tabella 18 - Elenco delle sessioni di rilievo tramite sensori magnetici nelle corsie di accesso di TRI e TIV

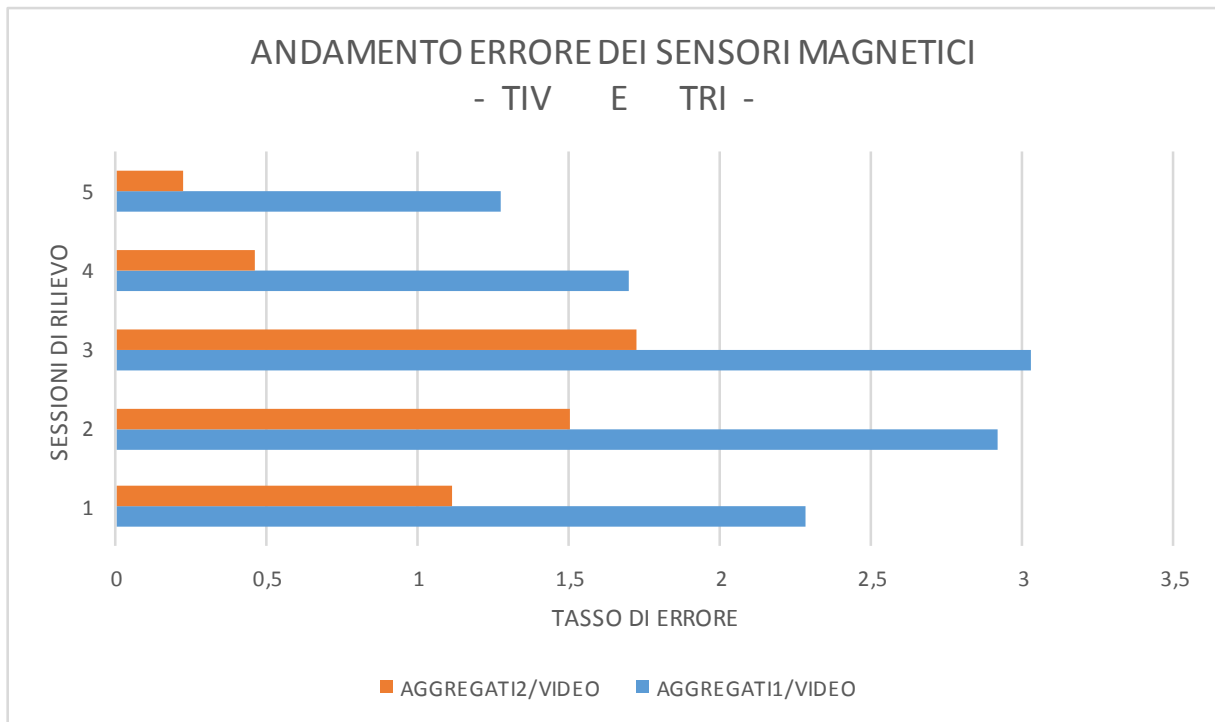


Figura 6.37 - Andamento dell'errore dei sensori magnetici per i terminal TIV e TRI

In questo grafico si può osservare come per questi due terminal, nelle corsie di avvicinamento ci sia una grande differenza dei conteggi effettuati tra la prima sezione di sensori e la seconda. Osservando meglio i tassi di errore però, si possono fare due osservazioni:

1. Per quanto riguarda le sessioni di rilievo 1, 2 e 3 riguardanti le corsie di accesso al terminal TIV, la seconda fila di sensori, quella più vicina all'ingresso del terminal e che produce come report il file AGGREGATI 2, propone una precisione dei conteggi molto simile a quella di Vecon. La prima fila di sensori invece, produce dei conteggi molto più alti, è da notare però come in quella sezione è installato un sensore in più rispetto a quella successiva, il quale intercetta nella corsia interna un traffico che non necessariamente proseguirà fino al terminale che ha la possibilità di fermarsi in uffici situati prima della seconda sezione di rilievo.
2. Per quanto riguarda le sessioni di rilievo 4 e 5, riguardanti le corsie di accesso al terminal TRI, i dati illustrano un problema che è stato già risolto nel corso di svolgimento di questa tesi.

Infatti, l'enorme differenza dei tassi di errore delle due sezioni, ed i rispettivi valori, erano causati dal non corretto utilizzo delle corsie da parte dei veicoli. Infatti, a causa degli uffici degli spedizionieri presenti negli edifici illustrati in figura 61, molti veicoli sostavano proprio sopra la prima fila di sensori, in una corsia invece destinata al movimento dei veicoli, e attraverso le manovre di parcheggio ed altri passaggi non inerenti al normale svolgimento della circolazione, i sensori eseguivano comunque conteggi. Il problema è stato risolto attraverso la creazione di una corsia riservata alla sosta in una corsia senza sensori magnetici.

Questo può spiegare la grande differenza che c'è tra il tasso di errore della prima e seconda fila di sensori, ma non riesce a spiegare come avvenga, per quanto riguarda la seconda fila di sensori, esenti dai problemi di sosta dei mezzi, addirittura una grande sottostima dei passaggi.

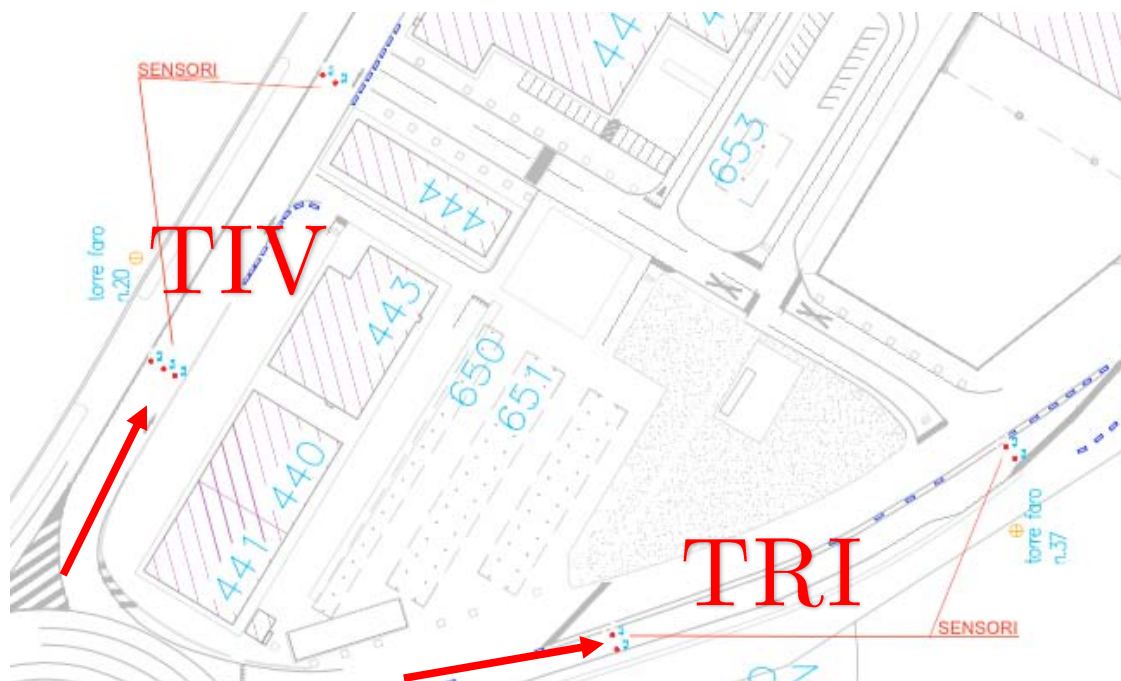


Figura 6.38 - Posizione sensoristica nelle corsie di accesso a TIV e TRI

6.2.2 Analisi della classificazione del traffico nei report aggregati dei sensori magnetici

Dopo aver dimostrato la scarsa precisione dei sensori magnetici ai fini del conteggio veicolare, si è studiata la loro precisione nell'individuare la corretta classificazione del traffico, che descrivesse il reale stato del sistema. Infatti, non sarebbe più di tanto un problema il fatto che tali sensori non si siano dimostrati all'altezza dei conteggi, in quanto non è quello il motivo principale della loro installazione. Il loro scopo era quello di riuscire ad interpretare le condizioni del traffico nelle corsie di accesso ai terminal, e con le informazioni più o meno corrette dedotte dai dati acquisiti dai sensori magnetici, trattare, all'interno dell'algoritmo di regolazione del traffico, la gestione delle corsie di accesso al gate attraverso l'apertura e la chiusura delle corsie stesse. L'algoritmo che regola questo sistema di controllo è stato spiegato nel capitolo 4, e l'informazione principale sulla quale si basa il suo funzionamento è fornita proprio dai sensori magnetici ed è appunto la classificazione del traffico che viene assegnata ai vari intervalli di tempo di 5 minuti che i report aggregano. Di conseguenza, l'analisi più importante, sarà svolta in questo paragrafo in cui sarà verificata tale informazione, attraverso il confronto tra report dei sensori magnetici ed i filmati delle telecamere dalle quali si potrà visualizzare il reale stato di traffico delle corsie.

Tale analisi è stata svolta solo nelle corsie di accesso al terminal TIV, in quanto in questo caso, le telecamere consentivano una miglior visuale delle corsie. Per ogni sessione di rilievo, è stata controllata l'interpretazione del traffico, e quindi la sua classificazione da parte dei sensori in entrambi i report disponibili, ovvero sia di quello riguardante la fila di sensori più prossimi alla grande rotatoria del porto, sia di quelli più prossimi ai terminal. Sono stati quindi riportati interamente i report, leggermente modificati dopo la loro estrazione dal software Trafficbook. Sono stati epurati da alcune colonne riportanti informazioni non interessanti per questo studio, e ne è stata aggiunta un'altra, che riporta il numero di conteggi

realizzati tramite le videocamere. Sono state poi evidenziate con il colore giallo i periodi della sessione di rilievo in cui si sono verificate code correttamente segnalate dalla colonna riguardante la classificazione del traffico, ed in rosso invece, quegli intervalli temporali in cui la classificazione non è riuscita ad interpretare correttamente lo stato del traffico delle corsie. Per giustificare la segnalazione dell'errore sono stati inseriti di seguito ai report, i fermo immagine relativi al filmato della sessione di rilievo, i quali smentiscono appunto la classificazione assegnata. Tutte le immagini sono estratte alla metà dell'intervallo temporale di aggregazione di 5 minuti contenente l'errore.

6.2.2.1 Sessione rilevazione: 12-01-2015 TIV

- TIV AGGREGATI 1

SURVEY TIME	TOTAL VEHICLES	VIDEO	TRAFFIC CLASSIFICATION
12/01/2015 09.25	8	3	Regular
12/01/2015 09.30	13	3	Slow
12/01/2015 09.35	6	3	Queue
12/01/2015 09.40	9	2	Queue
12/01/2015 09.45	9	5	Regular
12/01/2015 09.50	12	6	Regular
12/01/2015 09.55	15	5	Regular
12/01/2015 10.00	18	2	Regular
12/01/2015 10.05	4	3	Regular
12/01/2015 10.10	11	4	Regular
12/01/2015 10.15	11	1	Regular
12/01/2015 10.20	9	4	Regular
12/01/2015 10.25	10	7	Regular
12/01/2015 10.30	19	6	Regular
12/01/2015 10.35	14	2	Regular
12/01/2015 10.40	15	4	Regular
12/01/2015 10.45	13	4	Regular
12/01/2015 10.50	11	2	Regular
12/01/2015 10.55	11	4	Regular
12/01/2015 11.00	11	7	Regular
12/01/2015 11.05	20	10	Regular

12/01/2015 11.10	31	5	Regular
12/01/2015 11.15	17	10	Regular
12/01/2015 11.20	30	4	Regular
12/01/2015 11.25	11	9	Queue
12/01/2015 11.30	24	7	Slow
12/01/2015 11.35	12	4	Intense
12/01/2015 11.40	16	1	Regular
12/01/2015 11.45	3	4	Queue
12/01/2015 11.50	14	2	Intense
12/01/2015 11.55	18	5	Slow
12/01/2015 12.00	8	5	Queue

Tabella 19 - Report AGGREGATI 1, TIV, 12-01-2015



Figura 6.39 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:30:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento.



Figura 6.40 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:35:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento



Figura 6.41 -Screenshot rappresentativo dell'intervallo 09:40:00. Il sensore segnalerebbe un accodamento

• TIV AGGREGATI 2

SURVEY TIME	TOTAL VEHICLES	VIDEO	TRAFFIC CLASSIFICATION
12/01/2015 09.25	1	3	Regular
12/01/2015 09.30	9	3	Regular
12/01/2015 09.35	4	3	Regular
12/01/2015 09.40	5	2	Regular
12/01/2015 09.45	3	5	Regular
12/01/2015 09.50	8	6	Regular
12/01/2015 09.55	8	5	Regular
12/01/2015 10.00	6	2	Regular
12/01/2015 10.05	2	3	Regular
12/01/2015 10.10	4	4	Regular
12/01/2015 10.15	5	1	Regular
12/01/2015 10.20	5	4	Regular
12/01/2015 10.25	6	7	Regular
12/01/2015 10.30	11	6	Regular
12/01/2015 10.35	6	2	Regular
12/01/2015 10.40	7	4	Regular
12/01/2015 10.45	9	4	Regular
12/01/2015 10.50	5	2	Regular
12/01/2015 10.55	3	4	Regular
12/01/2015 11.00	5	7	Regular
12/01/2015 11.05	14	10	Regular
12/01/2015 11.10	18	5	Regular
12/01/2015 11.15	9	10	Regular
12/01/2015 11.20	17	4	Slow
12/01/2015 11.25	4	9	Intense
12/01/2015 11.30	11	7	Queue
12/01/2015 11.35	18	4	Queue
12/01/2015 11.40	10	1	Regular
12/01/2015 11.45	0	4	Regular
12/01/2015 11.50	11	2	Regular
12/01/2015 11.55	10	5	Regular
12/01/2015 12.00	12	5	Regular

Tabella 20 - Report AGGREGATI 2 , TIV, 12-01-2015



Figura 6.42 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:40:00. I sensori indicano un flusso regolare.



Figura 6.43 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:45:00. I sensori indicano un flusso regolare.



Figura 6.44 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:50:00. I sensori indicano un flusso regolare.



Figura 6.45 - Screenshot rappresentativo dell'intervallo 11:55:00. I sensori indicano un flusso regolare.

6.3 Analisi dei dati del traffico notturno al gate

Gli orari in cui si sviluppa il traffico del Porto di Venezia sono vincolati da quelli degli operatori che ne lavoro all'interno, e quindi da quelli delle aziende di spedizionieri, da quelli dei terminalisti, ma soprattutto dagli orari della Guardia di Finanza, presente nel Gate di via dell'Azoto, nel quale esegue controlli sulla documentazione delle merci trasportate in entrata e in uscita dall'area. Senza di essa, non può essere svolta alcuna operazione portuale, di conseguenza i suoi orari di lavoro, che vanno dalle 07.00 alle 19.00, sono stati presi come limiti per questo studio, dato che consentono di distinguere la parte delle 24 ore in cui si realizza il traffico, da quella in cui non può essere svolta alcuna attività.

Essendo la sensoristica attiva per tutte le 24 ore, si è voluto controllarne anche il funzionamento notturno, dove per notturno si intendono le due fasce orarie all'interno delle 24 ore, che vanno dalle 00.00 alle 07.00 e dalle 19.00 alle 24.00. In particolare si sono analizzati i dati dei sensori ad ultrasuoni essendo risultati dalle indagini precedenti gli unici affidabili per l'esecuzione dei conteggi di traffico.

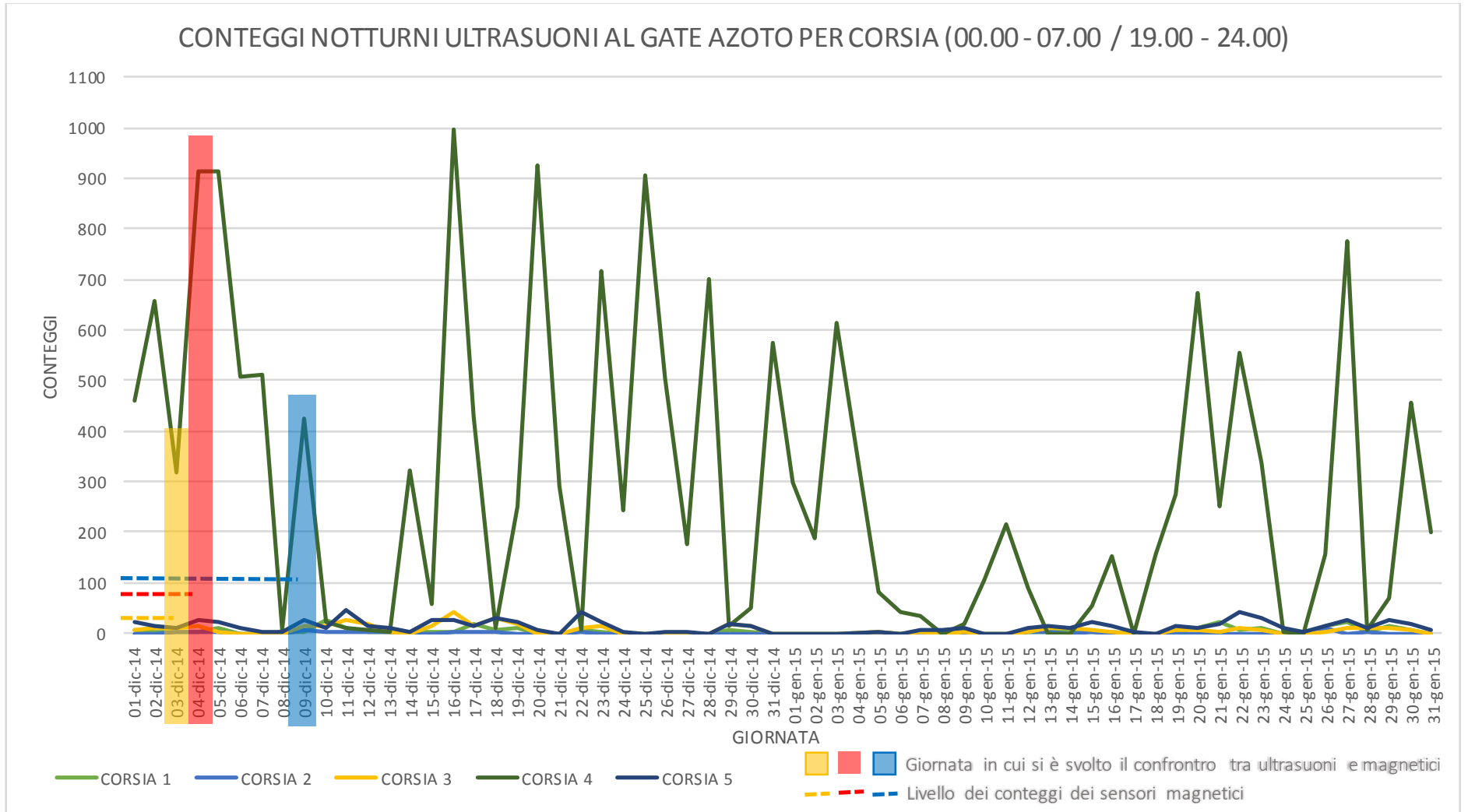


Figura 6.46 - Conteggi notturni dei sensori ad ultrasuoni al gate Azoto per corsia (00.00 - 07.00 / 19.00 - 24.00)

In Figura 6.46 sono stati riportati i conteggi nelle fasce orarie notturne dei sensori ad ultrasuoni al gate di via dell'Azoto dei mesi di dicembre e gennaio divisi per corsia. I risultati sono sorprendenti ed inaspettati in quanto evidenziano una mole di traffico inspiegabile per l'orario in cui si è svolto lo studio, con dei picchi in alcune giornate anche di mille conteggi. Per verificare se effettivamente sono passati tutti quei veicoli nel gate, si sono confrontati i conteggi appena esposti con quelli dei sensori magnetici, i quali nonostante forniscano dei dati aggregati, sono in grado di dare una risposta a questo problema.

Survey Time	Total Vehicles		
	09/12/2014	04/12/2014	03/12/2014
0.00	0	0	0
0.05	0	0	0
0.10	0	0	0
0.15	0	0	0
0.20	0	0	0
0.25	0	0	0
0.30	0	0	0
0.35	0	0	0
0.40	0	0	0
0.45	0	0	0
0.50	0	0	0
0.55	0	0	0
1.00	0	0	0
1.05	0	0	0
1.10	0	0	0
1.15	0	0	0
1.20	0	0	0
1.25	0	0	0
1.30	0	0	0
1.35	0	0	0
1.40	0	0	0
1.45	0	0	0
1.50	0	0	0
1.55	0	0	0
2.00	0	0	0
2.05	0	0	0
2.10	0	0	0
2.15	0	0	0
2.20	0	0	0
2.25	0	0	0
2.30	0	0	0
2.35	0	0	0
2.40	0	0	0
2.45	0	0	0
2.50	0	0	0
2.55	0	0	0

3.00	0	0	0
3.05	0	0	0
3.10	0	0	0
3.15	0	0	0
3.20	0	0	0
3.25	0	0	0
3.30	0	0	0
3.35	0	0	0
3.40	0	0	0
3.45	0	0	0
3.50	0	0	0
3.55	0	0	0
4.00	0	0	0
4.05	0	0	0
4.10	0	0	0
4.15	0	0	0
4.20	0	0	0
4.25	0	0	0
4.30	0	0	0
4.35	0	0	0
4.40	0	0	0
4.45	0	0	0
4.50	0	0	0
4.55	0	0	0
5.00	0	0	0
5.05	0	0	0
5.10	0	0	0
5.15	0	0	0
5.20	0	0	0
5.25	0	0	0
5.30	0	0	0
5.35	0	0	0
5.40	0	0	0
5.45	0	0	0
5.50	1	0	0
5.55	0	0	0
6.00	0	0	0
6.05	1	1	0
6.10	1	0	0
6.15	0	1	3
6.20	0	0	0
6.25	0	0	1
6.30	0	0	0
6.35	0	0	0
6.40	0	0	0
6.45	0	0	0
6.50	0	0	0
6.55	0	0	0
19.00	15	6	5
19.05	13	11	6
19.10	9	5	14
19.15	22	4	8
19.20	14	7	5
19.25	11	13	6
19.30	8	12	7

19.35	10	7	4
19.40	1	9	7
19.45	7	6	3
19.50	3	6	0
19.55	3	6	1
20.00	5	6	1
20.05	0	4	2
20.10	1	5	2
20.15	4	3	0
20.20	0	0	1
20.25	3	2	1
20.30	4	3	0
20.35	3	2	0
20.40	2	5	2
20.45	4	3	1
20.50	2	1	2
20.55	0	0	1
21.00	0	1	0
21.05	0	0	0
21.10	0	0	0
21.15	0	0	0
21.20	0	0	0
21.25	0	0	0
21.30	0	0	0
21.35	0	2	0
21.40	0	0	0
21.45	0	0	0
21.50	0	0	0
21.55	0	0	0
22.00	0	0	0
22.05	0	2	0
22.10	0	0	0
22.15	0	0	0
22.20	0	0	0
22.25	0	0	1
22.30	4	0	0
22.35	0	0	0
22.40	0	0	0
22.45	0	0	0
22.50	0	0	0
22.55	0	0	0
23.00	0	0	0
23.05	0	0	0
23.10	1	0	0
23.15	0	0	0
23.20	0	0	0
23.25	0	0	0
23.30	0	0	0
23.35	0	0	0
23.40	0	0	0
23.45	0	0	0
23.50	0	0	0
23.55	0	0	0
TOTALI	152	133	84

Tabella 21 - Report dei conteggi dei sensori magnetici al Gate del 16-12-2014, 04-12-2014, 03-12-2014

La Tabella 21 contiene alcuni report di conteggi nella fascia notturna dei sensori magnetici al Gate nelle giornate del 16-12-2014, 04-12-2014, 03-12-2014. Al termine della tabella è possibile visualizzare il totale dei conteggi rilevati dai sensori. Nella Figura 6.46 sono state evidenziate tali giornate, nelle quali è stata inserita una linea tratteggiata rappresentante il numero dei conteggi dei sensori magnetici, in modo tale da evidenziare la differenza con quelli ad ultrasuoni.

Alla luce dei fatti, è possibile affermare che i sensori ad ultrasuoni rilevano durante le ore notturne la presenza di veicoli che successivamente non transiteranno nel gate dato che non sono rilevati dai sensori magnetici. È interessante notare come solamente nella corsia 4 si verifichi questo continuo conteggio notturno che però, a causa della mancanza di filmati a disposizione in quelle fasce orarie, non è possibile verificare visivamente cosa viene rilevato dai sensori.

Avendo però intuito dagli studi precedenti che i sensori ad ultrasuoni rilevano la presenza di veicoli anche ad una certa distanza dal gate, è possibile avanzare alcune ipotesi.

L'ipotesi più verosimile è che il sensore presente nella corsia 4 sia stato tarato male nel momento dell'installazione, dato che i conteggi inverosimili che si osservano in orario notturno dipendono solo da quel sensore. Un'altra ipotesi, meno probabile, è che durante le ore notturne certi veicoli sostino poco distanti dal gate, in particolare al limite del campo in cui il sensore emette le onde ultrasoniche, venendo così rilevati ripetutamente dai sensori. Infatti, nel caso di veicolo fermo, per code o eventuale sosta notturna, i sensori non ripetono continuamente il conteggio per la presenza del veicolo, anche perché se così fosse avremmo osservato la stessa problematica di improbabili conteggi anche nelle ore diurne nelle situazioni di coda al gate. Il conteggio avviene quando un veicolo transita sotto i sensori riflettendo l'onda emessa, facendo sì che il sensore riconosce

la minore distanza che è stata riflessa rispetto a quella standard della pavimentazione stradale. Finché il veicolo non esce dal campo di emissione delle onde non può avvenire un secondo conteggio, mentre quando questo transita tornando a far riflettere la pavimentazione, da quel momento possono essere rilevati altri conteggi. Esiste però la possibilità, che se un veicolo sosta in corrispondenza dei limiti del campo in cui vengono emesse le onde ultrasoniche, e quindi il meccanismo con cui avviene il conteggio, può far sì che il mezzo in sosta venga rilevato più volte, visto che alcune onde verranno riflesse dal veicolo, manifestandone la presenza, mentre altre vengano riflesse dalla pavimentazione, facendo sì che il sensore cambi nuovamente stato, e di conseguenza, possa conteggiare nuovamente il veicolo fermo. Questa possibile spiegazione al fenomeno è comunque difficilmente applicabile in questo caso dato che ci sono basse probabilità che in tutte quelle notti di dicembre e gennaio certi veicoli abbiano sostato davanti al gate Azoto proprio ai limiti del campo di emissione delle onde del sensore ad ultrasuoni della corsia 4.

7 Utilizzo di software per il conteggio automatico tramite video

Terminato lo studio sul sistema di monitoraggio del traffico, si è voluto testare un particolare software in grado di interpretare le immagini, con l'obiettivo di applicare tale funzionalità ad applicazioni di interesse. In particolare abbiamo testato due approcci di tale strumento che prospettano la possibile messa a punto di procedure di monitoraggio basate appunto sull'interpretazione delle immagini. Si sono quindi esportate le immagini dei filmati delle sessioni di rilievo utilizzate nel precedente studio, con l'intento di verificarne la precisione confrontando i risultati ottenuti tramite il software con i conteggi manuali precedentemente realizzati. Non solo, nel caso in cui tale strumento si dimostrasse efficace per il rilievo del traffico, potrebbe essere in seguito integrato con altri software, ad esempio, nel nostro caso, quello della gestione delle code nelle corsie di accesso ai terminal, in sostituzione degli attuali sensori magnetici installati, dato che si sono dimostrati inadatti al lavoro che dovrebbero svolgere.

7.1 Conteggi automatici tramite *matching*

Questa prima procedura utilizza il principio del *matching* confrontando lo stato della sequenza di immagini in corrispondenza di aree specificate (spire virtuali). La comparazione dei singoli frame consente di identificare i casi in cui il frame è occupato da oggetti.

Nel nostro caso il punto di presa delle immagini non è favorevole dato che il mezzo che transita su una corsia copre più di una spirale e ci ha costretto ad elaborare una procedura che interpreti la sequenza di occupazione delle singole spire per ogni transito, allo scopo di assegnare ogni mezzo ad una sola corsia ed effettuare il conteggio dei passaggi. La stessa procedura potrebbe essere utilizzata in modo ancora più semplice per monitorare lo stato di occupazione delle corsie (accodamenti). Aspetto che nel nostro caso non è gestito in modo soddisfacente dai sensori magnetici installati sulle corsie di accesso ai terminal.

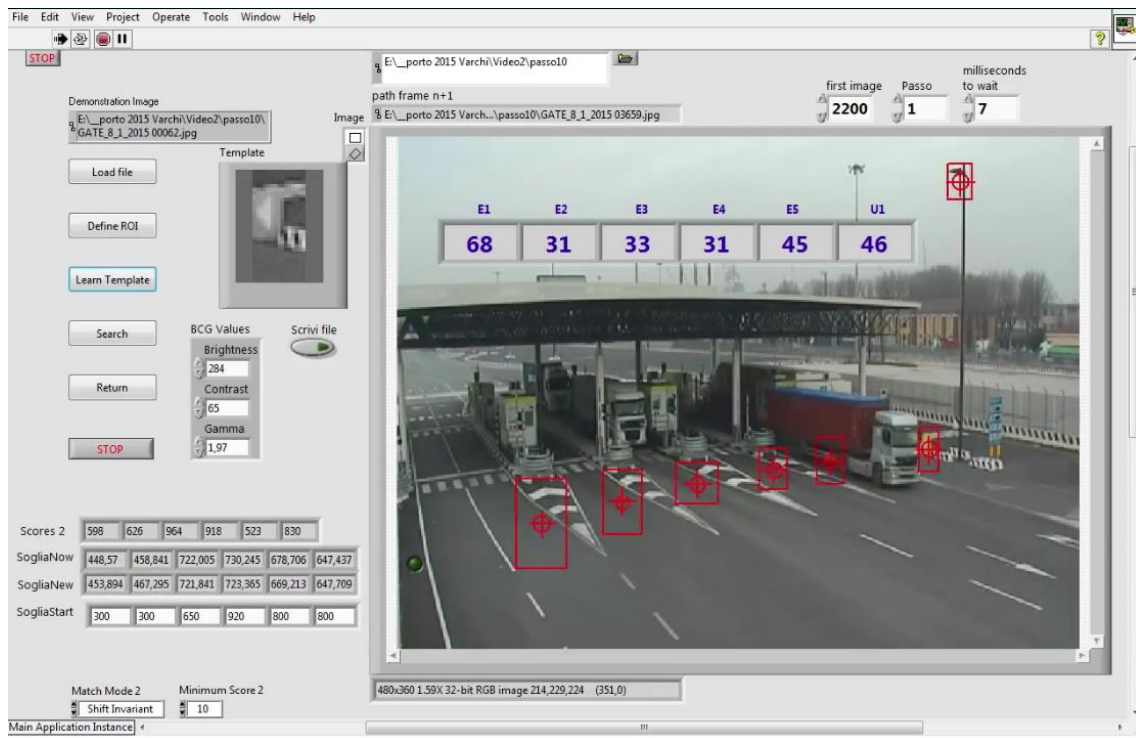


Figura 7.1 - Screenshot del software durante la sessione di rilievo. I rettangoli rossi con puntatore al centro rappresentano le spire virtuali.

7.2 Conteggi automatici tramite *tracking*

Una seconda procedura utilizza delle funzioni di tracking. Ogni mezzo in transito viene agganciato e seguito nella sequenza delle immagini successive. Questa procedura consente, oltre che di effettuare conteggi, anche di tracciare le traiettorie ed i cambi di corsia.

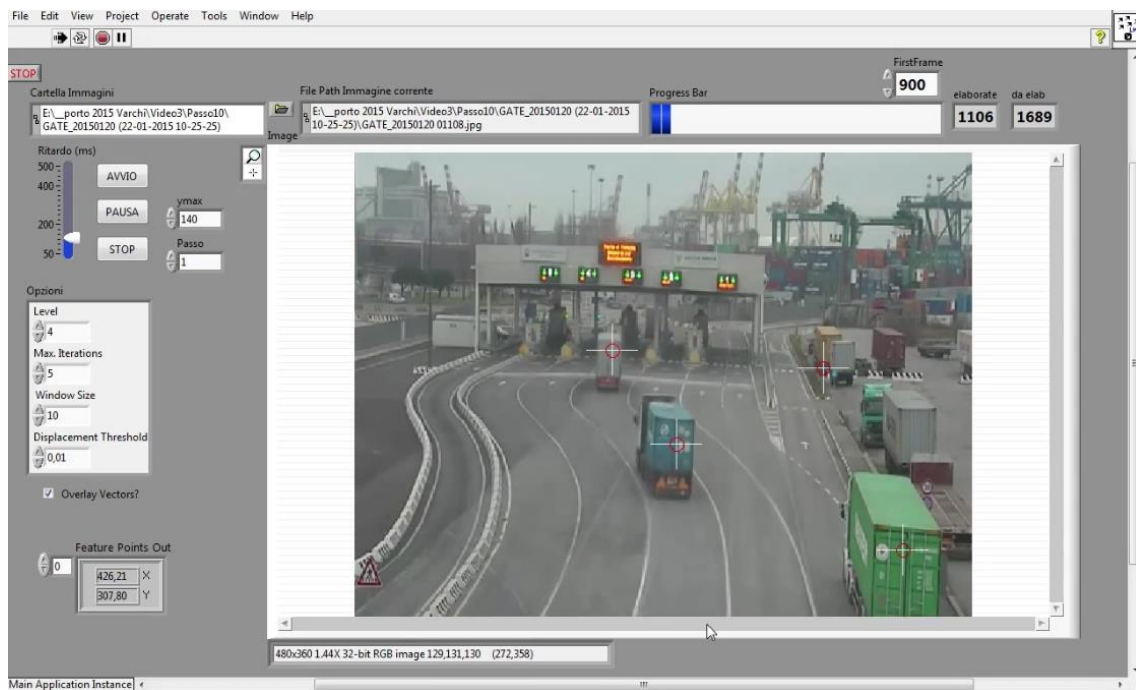


Figura 7.2 - Screenshot del software durante la sessione di rilievo. I puntatori con cerchio rosso al centro rappresentano il veicolo agganciato dalla funzione di tracking.

8 Conclusioni

Il lavoro svolto ha avuto lo scopo di indagare le caratteristiche della nuova rete di sensori per il controllo del traffico di accesso al porto commerciale di Venezia, secondo il duplice obiettivo di validare i dati e di definire i criteri per l'integrazione delle diverse banche dati prodotte dai diversi sistemi.

I dati prodotti dai sistemi installati al nuovo varco di Via Dell'Azoto andranno successivamente integrati con altre installazioni previste finalizzate ai controlli amministrativi e di security.

I diversi set di sensori sono stati concepiti, installati e programmati con finalità di controllo della congestione e non è risultata agevole una estrazione finalizzata alla semplice attività di conteggio statistico sui transiti.

I tassi di occupazione degli spazi non sono strettamente correlabili alla rilevazione dei singoli passaggi, soprattutto nel caso dei sensori magnetici per i quali il flusso dei dati registrati richiederebbe una riprogrammazione.

Solo i sensori ultrasuoni si sono dimostrati dei validi strumenti di conteggio del traffico veicolare nelle ore diurne, garantendo un basso livello di errore, dopo che è stato possibile attuare degli interventi di aggiustamento conseguenti ai risultati delle nostre attività di test e verifica. Si è riscontrato attraverso indagini specifiche che i vari errori commessi, illustrati attraverso una serie di esempi fossero riconducibili allo stesso problema di fondo, ovvero che i sensori ultrasuoni fossero puntati verso le corsie in una direzione non ottimale per eseguire i rilievi. Infatti gli errori, dovuti

principalmente a doppi conteggi in diverse corsie dello stesso veicolo, sono dovuti al fatto che i sensori ad ultrasuoni puntavano troppo lontano, offrendo così un più ampio campo di rilievo a discapito della precisione. I maggiori problemi di qualità nei dati è stata riscontrata in orario notturno, è possibile che la grandissima quantità di conteggi rilevata in alcune notti sia riconducibile alla stessa problematica della direzione in cui sono puntati i sensori, in quanto si ipotizza che tutti quei conteggi siano dovuti in realtà a veicoli che sostano in corrispondenza del gate. Non avendo avuto a disposizione materiale sufficiente per indagare meglio riguardo tale problematica, si consiglia di ridirezionare i sensori ad ultrasuoni in modo da assegnare un campo di rilievo più vicino al gate, risolvendo così il problema dei doppi conteggi e probabilmente anche quello dei conteggi notturni, il quale però dovrà essere verificato con ulteriori indagini.

I sensori magnetici invece si sono dimostrati inadatti alle funzioni di conteggio. Essi infatti, sono prevalentemente installati nelle corsie di accesso ai terminal, hanno un ruolo cruciale nell'algoritmo di regolazione del traffico, dato che attraverso i dati rilevati, elaborano un'interpretazione delle condizioni del deflusso nelle corsie dei terminal, informazione che successivamente regola l'apertura o chiusura della corsie del gate Azoto. Come abbiamo avuto modo di riscontrare, l'interpretazione delle condizioni di traffico non è sempre corretta, perché talvolta in assenza di veicoli il sistema segnala code, che causa la chiusura nel gate della corsia destinata al terminal in cui tale coda è segnalata; viceversa altre volte viene segnalata la condizione di traffico regolare quando in realtà le corsie di accesso ai terminal presentano lo stato di coda o traffico intenso, lasciando così aperta la relativa corsia al gate e permettendo ai mezzi di entrare nell'area portuale incrementando i fenomeni di accodamento e quindi bloccando la circolazione nella rotatoria, nella quale transita tutto il traffico dell'area. Inoltre, i dati a partire dai quali viene assegnata l'interpretazione dello stato di deflusso delle corsie di accesso ai terminal non possono essere considerati conteggi veri e propri, dato che i sensori magnetici rilevano il cambiato di stato del

sensore e non il passaggio di un veicolo, motivo per cui ad ogni veicolo potrebbero essere assegnati più conteggi, alterando non poco, come è emerso dallo studio dei conteggi dei sensori magnetici, la stima dei veicoli transitati. Di conseguenza, l'errata interpretazione delle condizioni di traffico delle corsie, è comunque viziata da dati iniziali molto imprecisi e richiederebbe una riprogrammazione del software del sistema, oppure valutare la sostituzione con altra tecnologia come ad esempio l'utilizzazione di tecniche di trattamento delle immagini.

9 Bibliografia

- Aesys. (2013, Luglio). Viabilità varco doganale Porto Commerciale di Venezia. *Regolazione del traffico*.
- Aitek S.P.A. (2013, Settembre). Sistema di controllo del traffico al Porto di Venezia. *Manuale d'uso interfaccia utente*.
- Aitek S.P.A. (2013, Marzo). Aivu-Device C. *Manuale d'uso Interfaccia Utente*.
- Autorità Portuale di Venezia, Direzione tecnica. (s.d.). Varco doganale al porto commerciale di Venezia, sezione di Marghera. *Manuale d'uso Manutentore*.
- Carapellucci, F., Messina, M., Valenti, G., Fusco, G., Colombaroni, C., Gemma, A., . . . Lo Sardo, S. (2011, Novembre). Sistema di monitoraggio e previsione della mobilità veicolare per l'integrazione tra la rete della illuminazione pubblica e la rete della mobilità. *Ricerca di sistema elettrico*.
- Comark S.r.l. (2012, Febbaraoio). TrafficLink. *Manuale utente*.
- Comark S.r.l. (2013, Marzo). TrafficBook. *Manuale Utente*.
- Comark S.r.l. (s.d.). Rilevamento del Campo Magnetico. *Sensore wireless*.
- Comark S.r.l. (s.d.). Sistema rilevamento traffico. *Sensori ad ultrasuoni*.
- Ing. Menegazzo, P. (2014). Note interne sul sistema della gestione delle code, telecamere e sbarre. *Documento Autorità Portuale Venezia*.

Prof. Ing. Della Lucia, L. (2011, Marzo). Assessment delle procedure per l'accesso al porto commerciale di Venezia.

Prof. Ing. Della Lucia, L., & Ing. Molinari, A. V. (2012, Febbraio). Il sistema dell'accessibilità terrestre. *Progetto della piattaforma Offshore del Porto di Venezia*.

9.1 Siti web consultati

<https://www.port.venice.it/it/autorita-portuale-di-venezias.html>

<https://www.mservice.it>

<https://www.tiv.it>

<https://www.terminalrinfuseitalia.it>

<https://www.vecon.it>

<http://www.comarkud.it/ita/>

<https://www.hpdsensors.com>