



**S.p.a. Autovie Venete**

**Implementazione sistema di rilevamento  
flussi traffico**

**Norme Tecniche**

## Sommario

Sommario.....	2
Introduzione .....	3
1. Caratteristiche Generali.....	3
2. Ubicazione degli impianti di rilevamento veicoli .....	4
3. Descrizione delle postazioni tipiche .....	4
4. Sensori a tripla tecnologia.....	9
4.1. Aree di rilevazione.....	10
4.2. Caratteristiche meccaniche ed elettriche dei rilevatori .....	11
4.3. Prestazioni.....	12
4.4. Montaggio e cablatura .....	12
4.5. Collegamento dati .....	14
5. Sensori radar.....	16
5.1. Caratteristiche funzionali dei sensori.....	16
5.2. Area di Rilevamento.....	16
5.3. Caratteristiche meccaniche ed elettriche dei dispositivi .....	17
5.4. Prestazioni.....	19
5.5. Montaggio e cablatura .....	19
5.6. Collegamento dati .....	20
6. Sensori a doppia tecnologia .....	22
6.1 Area di rilevamento.....	22
6.2. Montaggio e cablatura .....	23
6.3. Collegamento dati .....	24
7. Sviluppi ed integrazioni.....	25
7.1. Interfaccia dati sensori tripla tecnologia.....	25
7.2. Interfaccia dati sensori radar .....	25
7.3. Interfaccia dati sensori doppia tecnologia.....	25

## Introduzione

La S.p.A. Autovie Venete è la concessionaria per la costruzione e l'esercizio dell'Autostrada A4 'Venezia – Trieste', con diramazioni nelle autostrade A23 'Palmanova – Udine', A28 'Portogruaro – Pordenone – Conegliano', A34 'Villesse – Gorizia'.

Nel contesto del presente 'Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche', **S.p.A. Autovie Venete** è indicata più brevemente con il termine “**Società**” o “**Concessionaria**”, mentre la **ditta, società o cooperativa** assuntrice delle forniture è indicata con il termine “**Impresa**”.

Il presente “Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche” è relativo alla fornitura in opera e attivazione di:

- ✓ n° 1 postazione di conteggio e classificazione dei veicoli costituita da una coppia di sensori (una coppia per senso di marcia) a tripla tecnologia installata sul portale per Pannelli a Messaggio Variabile esistente;
- ✓ n° 4 postazioni di conteggio e classificazione dei veicoli costituite ciascuna da un sensore radar multilane ed installate su torri per la videosorveglianza esistenti o su portali per Pannelli a Messaggio Variabile;
- ✓ n° 2 postazioni di conteggio e classificazione dei veicoli costituite ciascuna da un sensore a doppia tecnologia ed installate su pali dell'illuminazione perimetrale esistenti in accesso ed uscita all' area di servizio di Roncade.

L'Impresa dovrà formulare l'offerta sulla base di quanto riportato nelle presenti **Norme Tecniche**.

Ognuna delle attività nel seguito descritte dovrà essere effettuata a perfetta regola d'arte, ferme restando le specifiche e le condizioni riportate nelle **Norme Tecniche** e sugli elaborati grafici di progetto.

Tutte le lavorazioni presenti nelle presenti **Norme Tecniche** dovranno essere realizzate a cura ed onere dell'Impresa, tenendo conto che il solo onere a carico della S.p.A. Autovie Venete rimarrà la fornitura o l'adeguamento degli allacciamenti per l'energia; saranno quindi a carico dell'Impresa la fornitura e la posa in opera di supporti, paline, cavi ed apparati con i relativi collegamenti e cablaggi e di ogni altro dispositivo necessario per la connessione in rete e l'alimentazione degli impianti.

Resta perciò a carico dell'Impresa la fornitura, la verifica della funzionalità, l'avviamento, il collaudo ed ogni onere correlato.

### 1. Caratteristiche Generali

Questo Capitolato descrive le specifiche tecniche delle forniture necessarie per realizzare l'estensione di impianti, già presenti in altre tratte delle autostrade in concessione alla S.p.A. Autovie Venete, per il conteggio e la classificazione dei mezzi in transito mediante sensori dedicati posizionati capillarmente lungo l'estesa in concessione.

L'impianto in oggetto sarà costituito da ulteriori 7 postazioni di rilevamento, che saranno aggiunte a quelle già esistenti, da installare su portali per pannelli a messaggio variabile e torri per la videosorveglianza. Per ognuna di esse dovranno essere forniti sensori, staffe, supporti, cavi, alimentatori, interfacce e dispositivi di trasmissione dati verso il Centro Radio Informativo di Autostrade Venete presso il casello di Palmanova. Nel suo complesso, l'impianto dovrà essere conforme ai requisiti minimi descritti di seguito e dovrà garantire la completa compatibilità ed assenza di conflitti con quanto esistente.

Tutte le forniture, opere e lavorazioni dovranno essere complete e finalizzate ad un immediato utilizzo operativo degli impianti.

## 2. Ubicazione degli impianti di rilevamento veicoli

Le postazioni oggetto del presente appalto saranno collocate nei tratti autostradali indicati in *Tabella 1*.

N°	AUTOSTRADA	TRATTO/SVINCOLO	DIREZIONE	DETTAGLIO	TIPO	
1	A28	GODEGA	ALL. A27-A28	NORD/SUD	PMV km 46+200	4 sensori tripla tecnologia
2	A28	CIMPELLO	PN C.C.	SUD	Palo TVCC	Radar Multilane
3	A28	PN C.C.	PN FIERA	NORD	Palo TVCC	Radar Multilane
4	A28	FONTANAFREDDA	PORCIA	NORD/SUD	PMV km 26+600	Radar Multilane
5	A28	PORTOGRUARO	S. AL REGHENA	NORD/SUD	PMV km 2+700	Radar Multilane
6	A4	VENEZIA EST	MEOLO - RONCADE	EST	CORSIA DEC. ADS RONCADE	Sensore a Doppia tecnologia
7	A4	VENEZIA EST	MEOLO - RONCADE	EST	CORSIA ACC. ADS RONCADE	Sensore a Doppia tecnologia

Tabella 1

## 3. Descrizione delle postazioni tipiche

A seconda della tipologia di sensori previsti per le singole installazioni, l'Impresa dovrà attenersi alle indicazioni ed agli standard adottati dalla Società per garantire la massima uniformità negli impianti ed illustrati nel seguito. Saranno a carico dell'Impresa gli adattamenti che si renderanno necessari sui singoli siti per ragioni di opportunità tecnica e che verranno eventualmente concordati con il Direttore dell'esecuzione del contratto.

- Per l'installazione dei sensori a tripla tecnologia sulle strutture del portale dedicato ai Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) verranno utilizzate le botole già predisposte sulla struttura del portale (*Figure 1 e 2*) e le canalette per il passaggio cavi esistenti sulle passerelle di camminamento. In fase d'installazione dovrà essere posta massima cura al posizionamento ed al cablaggio dei sensori per consentirne la successiva movimentazione; dovranno inoltre essere utilizzate tutte le misure precauzionali per evitare la caduta di oggetti di qualsiasi natura o dimensione nelle fasi di lavorazione ed in quelle, successive, di esercizio o manutenzione.

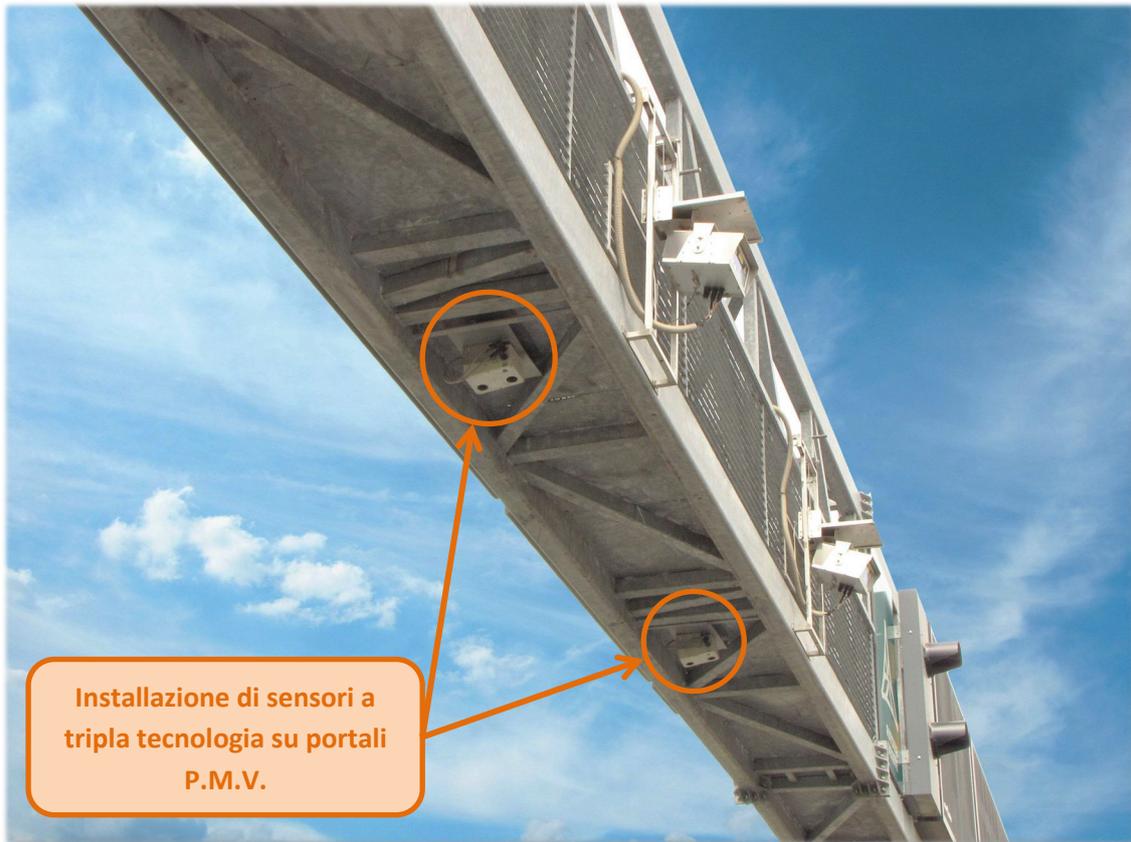


Figura 1

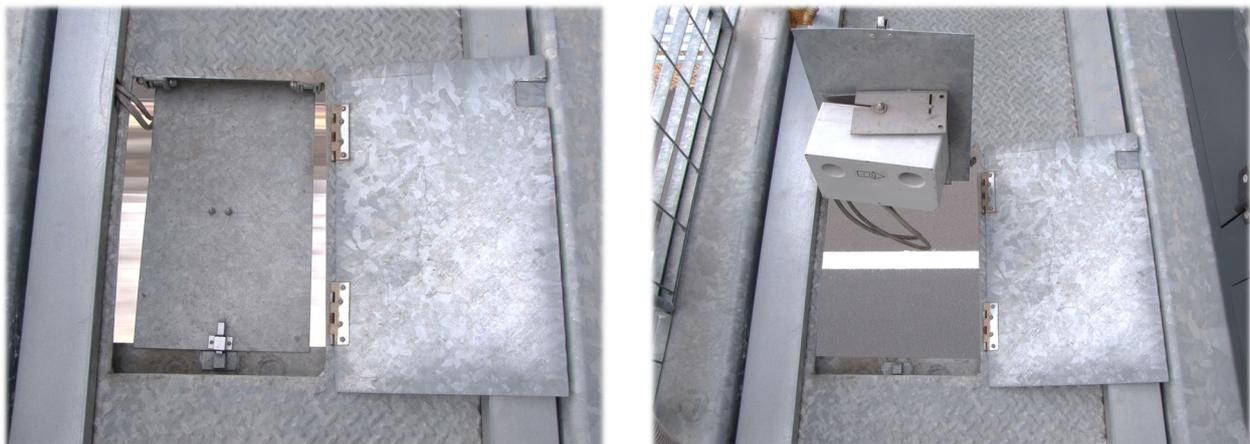


Figura 2a, b – Botole per l’installazione dei sensoria tripla tecnologia

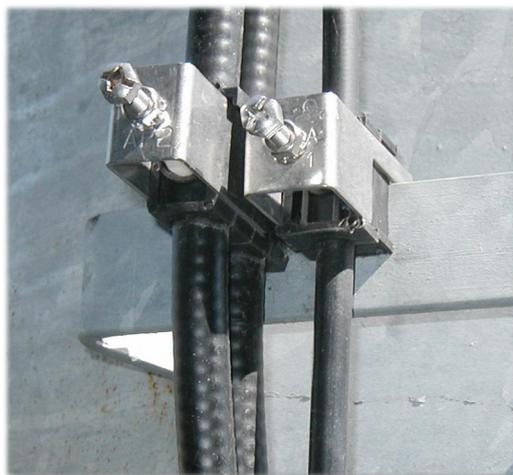
- Nell’installazione dei radar sulle torri esistenti e dedicate alla videosorveglianza, ove possibile saranno utilizzati i terrazzini intermedi della scaletta di salita (*Figura 3*) posti ad un’altezza di circa 13 metri dalla base. A tale scopo l’Impresa dovrà impegnarsi a fornire un supporto dedicato (completo di paline, staffe, sistemi di regolazione ed ogni altro componente necessario), studiato per garantire la migliore funzionalità dei radar e l’accesso in sicurezza al dispositivo nelle successive fasi manutentive. La soluzione proposta dovrà essere sottoposta all’approvazione preventiva del Direttore dell’esecuzione del

contratto, tramite elaborati di massima che evidenzino gli accorgimenti adottati.

I cavi per il controllo e l'alimentazione dei radar dovranno essere posati lungo la rastrelliera portacavi dei pali e ad essa fissati, con appositi morsetti isolati in acciaio inox e nylon del tipo rappresentato in *Figura 4*, ad intervalli non maggiori di 80 cm. I morsetti dovranno aver un calibro specifico per il cavo posato, non saranno ammesse fascette di alcun tipo.



**Figura 3**



**Figura 4**

- Nell'installazione dei radar sui portali con struttura a doppia carreggiata, l'Impresa dovrà installare il dispositivo su di un palo mobile adattando gli ancoraggi alla struttura, ove necessario (*Figura 5 – esempio di palo mobile*). L'intero supporto dovrà essere realizzato in materiali che garantiscano un'elevata resistenza alla corrosione e dovrà rispettare tutte le indicazioni e le caratteristiche dimensionali rappresentate negli elaborati allegati. Il palo mobile dovrà essere dimensionato in modo da garantire la resistenza al carico dovuto al peso del dispositivo e agli sforzi a cui il sistema radar/supporto può essere sottoposto a causa di agenti atmosferici. Ferme restando le indicazioni tipiche previste nell'elaborato allegato, il punto di installazione dovrà essere concordato sito per sito con la Direzione Lavori in modo da garantire la migliore ripresa della tratta autostradale interessata.



**Figura 5 (esempio di palo mobile)**

Tutti i dispositivi e gli apparati necessari all'alimentazione e alla comunicazione saranno alloggiati all'interno degli shelter climatizzati (*Figura 6*) presenti alla base dei portali PMV e dei pali per la videosorveglianza. Saranno a carico dell'Impresa le attività necessarie per la posa dei cavi entro i cavidotti di raccordo e la loro chiusura con sigillanti antiroditori alla fine delle lavorazioni.



Figura 6

Gli apparati necessari alla gestione e all'interfacciamento dei dispositivi saranno alloggiati entro gli armadi rack già presenti all'interno degli shelter, mentre resteranno a carico dell'Impresa eventuali adeguamenti ai quadri elettrici relativi alla loro alimentazione o alla protezione da sovratensioni.

- I due sensori radar a doppia tecnologia previsti presso il piazzale dell'Area di Sosta di Roncade dovranno essere installati su dei pali dell'illuminazione o su pali della segnaletica stradale (posizione definitiva da concordare con la Direzione Lavori) adattando il supporto alla struttura ove necessario. L'intero supporto dovrà essere realizzato in materiali che garantiscano un'elevata resistenza alla corrosione e dovrà essere dimensionato in modo da garantire la resistenza al carico dovuto al peso del dispositivo e agli sforzi a cui il sistema può essere sottoposto a causa di agenti atmosferici. Ferme restando le indicazioni di massima previste nell'elaborato allegato, il punto di installazione dovrà essere concordato con la Direzione Lavori in modo da garantire le condizioni di rilevamento ottimale dei sensori. Questi saranno poi collegati ad apposite centraline di gestione locale, alloggiare entro armadietti per esterni adatti al contenimento di tutti i dispositivi necessari al funzionamento dei sensori e che l'Impresa dovrà fornire. La realizzazione dei collegamenti alla rete di distribuzione dell'energia presente in loco sarà a cura della Concessionaria, mentre per il collegamento al server di raccolta dei dati dovrà essere l'Impresa a

farsi carico della fornitura di un apposito modem GPRS/3G da collegare alla centralina di ogni sensore.

#### 4. Sensori a tripla tecnologia

I sensori che verranno forniti per il conteggio e la classificazione dei veicoli su singola corsia saranno progettati per l'utilizzo integrato di diverse tecnologie, in modo tale da aumentare l'attendibilità e la precisione dei dati complessivamente forniti in qualsiasi condizione meteorologica o di traffico.

In pratica i dispositivi forniti dovranno alloggiare in un unico contenitore:

- a. Sensori di rilevamento passivo nel campo dell'infrarosso;**
- b. Sensori ad effetto doppler a microonde;**
- c. Sensori ad ultrasuoni.**

La funzione di ogni singolo sensore è di seguito descritta:

##### **a. Sensore di rilevamento passivo nel campo dell'infrarosso (PIR)**

Ha la funzione di rilevare la presenza di un corpo in movimento dotato di temperatura propria superiore a  $-273^{\circ}\text{C}$ , calcolandone le differenze di radiazione termica rispetto ad un fondo (asfalto, erba o altro). Sul rilevamento non avranno alcuna influenza le condizioni di illuminazione del campo e degli oggetti inquadrati.

Il sensore dovrà essere in grado di conteggiare i veicoli in transito e anche di rilevare la presenza di veicoli fermi (funzione di rilevamento statico), mantenendo l'informazione dello stato di occupazione del campo inquadrato per almeno un minuto, prima che il sensore torni in quiescenza e si disponga a rilevare un altro cambiamento di stato.

##### **b. Sensore ad effetto Doppler a microonde**

Il sensore a microonde emette una portante radio ad alta frequenza (GigaHertz) e con un cono di irradiazione stretto e ben focalizzato. Un veicolo in movimento nell'area irradiata dal trasmettitore a microonde provocherà la riflessione di parte delle onde radio verso il sensore stesso. Il calcolatore del sensore è in grado di rilevare lo sfasamento tra i segnali emessi e quelli riflessi e di elaborare con elevato tasso di precisione la direzione di movimento e la velocità del veicolo in transito. Per sua natura, il sensore radar è un sensore di tipo dinamico, ossia rileva solo movimenti; si resetta se un veicolo si ferma nel suo campo di sorveglianza.

##### **c. Sensore ad ultrasuoni**

Il sensore ad ultrasuoni ha un principio di funzionamento analogo a quello Doppler, ma si differenzia per l'emissione di impulsi di ultrasuoni anziché di onde radio; gli impulsi riflessi consentono di rilevare la presenza di veicoli e di rilevare l'occupazione dell'area inquadrata, qualora questo si verifichi, per un tempo virtualmente illimitato e fino a cessazione dell'occupazione stessa.

Inoltre consente il conteggio dei veicoli in movimento e la loro classificazione.

Nel seguito si intenderà con il termine *rilevatore* il box che integra la presenza dei tre distinti sensori elementari appena descritti e che inquadra una singola corsia autostradale. Pertanto, nel caso di una postazione di rilevamento equipaggiata per il controllo di due carreggiate con direzioni opposte, saranno necessari quattro sensori.

La fornitura di rilevatori e sensori dovrà essere idonea a consentire, in ogni postazione di controllo del traffico in cui il sistema sarà presente, le seguenti funzioni:

1. il completo interfacciamento hardware e software con i PMP/PMFU (PC industriale non oggetto di questo appalto) per la remotizzazione, descritti nel seguito;
2. il conteggio dei veicoli in movimento su ogni corsia autostradale, in un range di velocità da 0 Km/h a oltre 200 Km/h;
3. la velocità dei veicoli sulle corsie di marcia e sorpasso su entrambe le carreggiate;
4. l'eventuale direzione di marcia contro mano;
5. la sosta di veicoli o pedoni sull'area sorvegliata;
6. l'arresto del traffico.

I rilevatori dovranno essere completi di alimentatori e dei dispositivi meccanici ed elettronici di interfaccia e cablaggio per consentire l'immediata attivazione della postazione di controllo.

L'Impresa fornitrice dovrà allegare il manuale d'uso dei materiali forniti, gli schemi elettrici d'installazione, gli schemi elettronici, le specifiche tecniche con le caratteristiche principali, la descrizione del funzionamento e le prestazioni promesse dagli apparati offerti.

#### **4.1. Aree di rilevazione**

La sezione radar del rilevatore si basa su una zona di rilevazione di forma conica, seguita da due cortine di rilevazione PIR multicanale che includono la sezione ultrasonica, anch'essa di forma conica. L'esatta geometria ed estensione di queste quattro zone di rilevazione dipende dall'altezza di montaggio del rilevatore. Il rilevatore copre una corsia e deve essere montato in alto, al centro della corsia, sopra una struttura (*Figura 7*) Le angolazioni tra il cono radar, il cono ad ultrasuoni e le due cortine PIR sono fisse e determinano la geometria di rilevazione. Le distanze sono indipendenti e definite dall'altezza di montaggio e dall'angolo di allineamento dell'alloggiamento del rilevatore rispetto alla superficie della corsia.

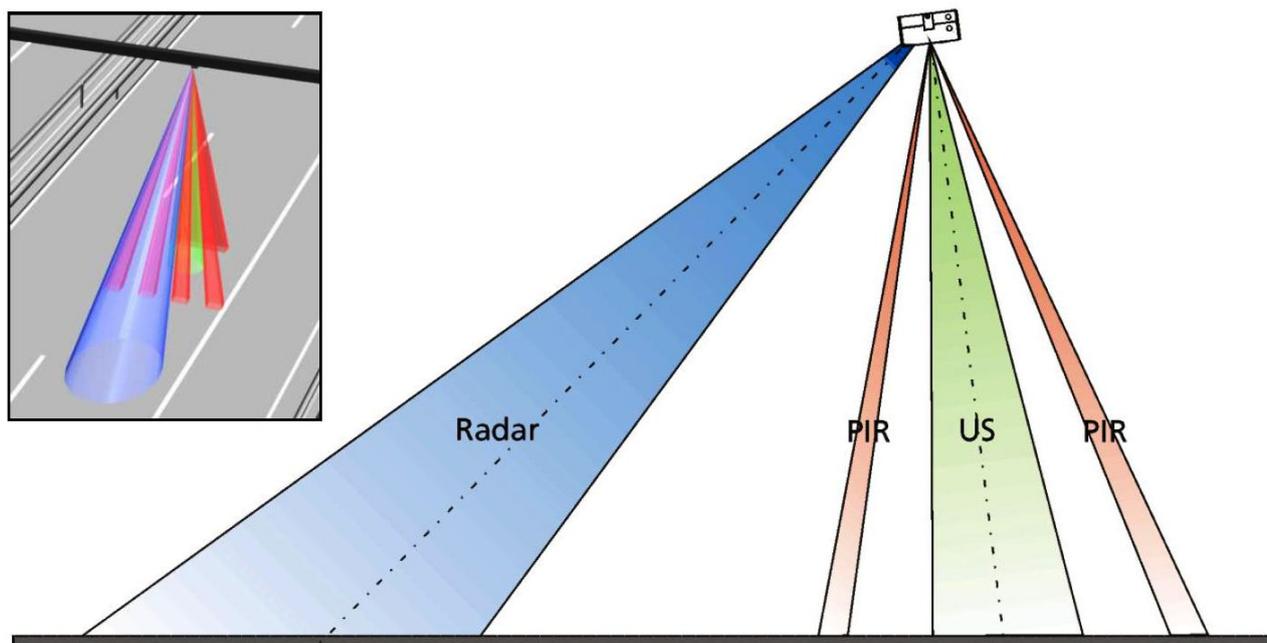


Figura 7

## 4.2. Caratteristiche meccaniche ed elettriche dei rilevatori

### *Struttura meccanica*

I sensori dovranno essere contenuti in un involucro in policarbonato con grado di protezione IP64, dotato di staffe per consentirne il fissaggio a supporti aerei orizzontali quali ponti trasversali all'autostrada o portali a struttura metallica con profilati tubolari o piatti. Le staffe dovranno essere idonee a reggere il peso del gruppo sensori, valutabile in circa 2 chilogrammi e dotate di bulloneria con dadi antisvitamento idonei a sopportare le vibrazioni indotte dal transito frequente di mezzi pesanti.

### *Sensore a microonde*

La frequenza di lavoro del sensore a microonde dovrà essere compresa nella banda K (IEEE: comprende le frequenze delle microonde che vanno dai 18 ai 27 GHz) con frequenza prossima ai 24 GHz. Il prodotto non dovrà essere soggetto ad autorizzazioni di legge per emissioni radio.

### *Sensore a ultrasuoni*

La frequenza di esercizio richiesta deve essere di circa 50 KHz, con burst di emissione con un rate di ripetizione variabile fra 9 e 28 Hz.

### *Alimentazione*

In prossimità della postazione di rilevamento dati, la Committente renderà disponibile un vano tecnico climatizzato (shelter) in cui, tra altri dispositivi, saranno presenti prese di erogazione di energia a 220 VAC. L'Impresa dovrà dotare i dispositivi di controllo di alimentatori idonei.

## **Condizioni operative**

I sensori dovranno lavorare in ambienti con temperature da  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$  e umidità  $<95\% \text{ Rh.}$ .

### **4.3. Prestazioni**

#### **Precisione richiesta**

Durante il conteggio dei veicoli il sistema, formato dai tre sensori sopra descritti, dovrà fornire dei dati correlati riportanti un tasso di errore massimo non superiore a  $\pm 3\%$ , indipendentemente dalla velocità del flusso di traffico.

Nella valutazione della velocità dei veicoli, si accetterà uno scarto non superiore a  $\pm 3\%$  rispetto a velocità effettive superiori a  $100 \text{ Km/h}$  ed uno scarto di  $\pm 3 \text{ Km/h}$  per velocità inferiori a tale soglia.

#### **Classificazione di gruppi di veicoli**

Il sistema di sensori dovrà essere in grado di rilevare e classificare cinque gruppi omogenei di veicoli, come di seguito specificato:

- ✓ *Classe 1:* comprende motocicli, autovetture e furgoni leggeri;
- ✓ *Classe 2:* comprende auto e/o furgoni leggeri con rimorchio;
- ✓ *Classe 3:* furgoni e autocarri pesanti (sopra i  $35 \text{ q}$ );
- ✓ *Classe 4:* comprende autocarri con rimorchio e autoarticolati;
- ✓ *Classe 5:* comprende autobus turistici.

Tutti i veicoli non identificabili dal sistema in una delle classi predette dovranno essere classificati in un'apposita *Classe 6*.

Oltre a quanto sopra descritto, il rilevatore dovrà essere dotato delle seguenti funzionalità:

- autodiagnostica, indicante in particolare il degrado di ogni singolo sensore e il rilevamento di veicolo non classificabile;
- programmazione da remoto per il funzionamento a traffico alternato su singole corsie di marcia, allo scopo di evitare falsi allarmi o sovraccarico di rilevamenti in occasione di apertura di cantieri delle attività e scambi di carreggiata.

### **4.4. Montaggio e cablatura**

#### **Montaggio**

Per ottenere le massime prestazioni dal rilevatore è fondamentale che i veicoli transitino nelle aree di rilevazione secondo un ordine prestabilito (*Figura 8*, radar Doppler in blu, cono ultrasuoni in verde e cortine PIR in rosso) e che i veicoli delle corsie adiacenti non si trovino in alcuna delle aree di rilevazione.

L'altezza d'installazione potrà variare fino a circa 6 metri, a seconda della larghezza della corsia. Il rilevatore verrà utilizzato preferibilmente in modalità Frontfire (montato dietro l'infrastruttura con il cono radar rivolto verso il traffico in arrivo di traffico), poiché questa configurazione garantisce la massima precisione dei dati.

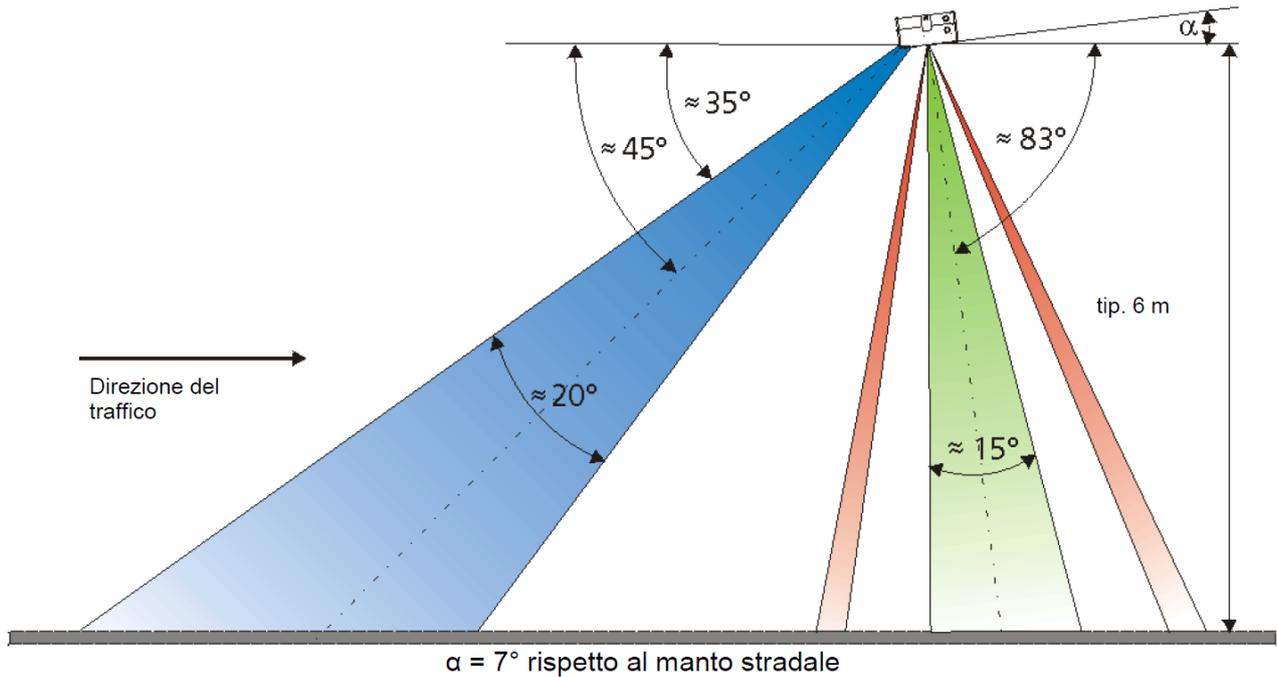


Figura 8

Prescrizioni di montaggio:

- il rilevatore dovrà essere montato saldamente all'altezza richiesta ed allineato **sopra il centro della corsia**;
- il rilevatore dovrà essere puntato lungo il centro della corsia per ovviare alle influenze di veicoli nelle corsie adiacenti, che potrebbero degradare la precisione delle informazioni sulla velocità;
- per ottenere il massimo livello di precisione dei dati possibile, l'angolazione del rilevatore rispetto al manto stradale dovrà essere regolata sui 7°;
- se la corsia da osservare è in pendenza, l'allineamento del rilevatore dovrà tenere conto di tale pendenza, in modo da mantenere l'angolazione tra rilevatore e superficie stradale sui 7°.

### **Cablatura**

Ciascun dispositivo dovrà essere provvisto di connettori maschio e femmina, cablati come indicato in *Figura 9*.



Figura 9

Caratteristiche dei cavi di collegamento:

- cavo poliuretano schermato a coppie twistate;
- sezione cavo: 0,34 - 0,52mm<sup>2</sup> (22AWG o 20AWG) ritorto coppie twistate\*;
- ingresso cavo sul connettore: PG-9, 6-8mm;
- sezione conduttore massima per presa e spina: 0,75 mm<sup>2</sup>.
- alimentazione (12 V CC ... 24 V CC nominale): 2 conduttori;
- comunicazione RS 485: 2 conduttori, coppia twistata;
- sincronizzazione: 1 conduttore;
- schermatura: da collegare a terra presso il dispositivo di controllo. La connessione delle schermature tra i rilevatori non è necessaria, in virtù della breve lunghezza del cavo.

\* La sezione deve essere tale per cui con una corrente di 110 mA per rilevatore la tensione residua sull'ultimo rilevatore del bus sia di almeno 11 VCC e la tensione al primo rilevatore nella catena sia ampiamente entro la gamma di tensioni di alimentazione indicate (10,5 - 30 V CC).

## 4.5. Collegamento dati

### Specifiche RS 485

Protocollo: 9600, 8, e, 1

- 9600 = 9600 Baud;
- 8 = 8 bit dati;
- e = parità pari;
- 1 = 1 bit di stop.

I carichi di adattamento di linea dell'interfaccia RS 485 dovranno essere impostabili con microswitch.

### Buffer dati

Il buffer dati interno al rilevatore dovrà essere in grado di memorizzare le informazioni di quattro veicoli. In caso di passaggio di oltre quattro veicoli dall'ultima operazione di polling, dovranno essere trasmessi solo i dati sugli ultimi quattro veicoli. E' quindi fondamentale selezionare un intervallo di polling sufficientemente breve per ovviare la perdita di dati, in particolare in situazioni di intenso volume di traffico.

### Configurazione

Sullo stesso bus dati RS 485 dovrà essere possibile utilizzare fino a 32 rilevatori, a ciascuno dei quali dovrà poter essere assegnato un indirizzo univoco per garantire la correttezza della comunicazione. Questa operazione dovrà avvenire tramite apposito software di configurazione, installabile sui terminali di operatori o manutentori e di cui verranno fornite eventuali licenze, in modo da poter effettuare le attività necessarie prima della connessione dei rilevatori al bus ed evitare collisioni nei dati.

Nel caso di installazione di più rilevatori a distanza ravvicinata, sarà necessario sincronizzarli utilizzando input/output di sincronizzazione master/slave. In questo modo il processo di misurazione nel campo utile dei rilevatori avrà luogo correttamente, evitando problemi d'interferenza tra i segnali ad ultrasuoni. In questa situazione, un rilevatore dovrà essere impostato come master (principale) e gli altri come slave (secondari).

Il rilevatore posto sopra alla corsia con il volume di traffico più elevato dovrà essere configurato come *master*, tutti gli altri rilevatori saranno impostati come *slave*. Questa configurazione si applicherà anche in situazioni in cui vengano monitorate entrambe le direzioni di marcia dallo stesso punto.

Quando vengono monitorate più corsie in entrambe le direzioni dalla stessa posizione, un *master* fornisce le informazioni per la sincronizzazione e tutti gli altri rilevatori dovranno quindi essere configurati come *slave*. Un esempio di configurazione master/slave è rappresentato in *Figura 10*.

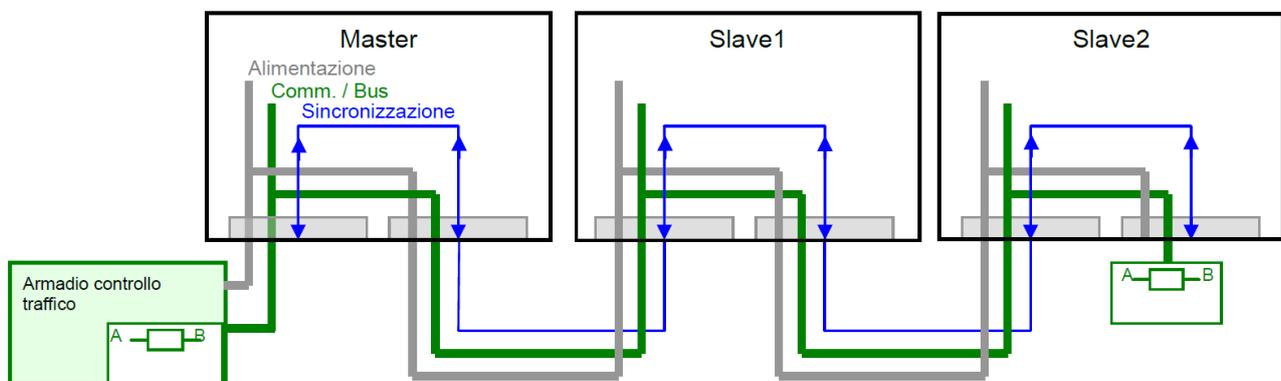


Figura 10

Se l'unità *master* subisce un guasto, dovrà essere possibile selezionare uno degli altri rilevatori come *master*, per consentire la prosecuzione del processo di acquisizione dei dati. Il software di configurazione permetterà di modificare e verificare da remoto i parametri di un rilevatore e controllarne l'allineamento, facilitando il processo di ottimizzazione volto a soddisfare i requisiti applicativi in sito. Il rilevatore sarà dotato di funzioni di calibrazione interna in funzione delle condizioni installative (altezza di montaggio, cablaggio master-slave), che determinerà le impostazioni ottimali e le memorizzerà nei rilevatori. Sarà cura dell'Impresa eseguire l'ottimizzazione di ciascun rilevatore installato e verificarne il funzionamento entro i parametri richiesti per tutto il periodo di garanzia.

Il software fornito dovrà integrare una funzione statistica per la raccolta dei dati provenienti da ciascun rilevatore collegato al modulo di aggregazione dati. I dati dovranno essere memorizzati in file di testo su base giornaliera, per singolo rilevatore, consentendo una cronologia di acquisizione dati di traffico a lungo termine.

## 5. Sensori radar

### 5.1. Caratteristiche funzionali dei sensori

I dispositivi basati su tecnologia RADAR dovranno rilevare in modo non intrusivo i veicoli, attraverso la trasmissione di segnali radar elettromagnetici.

Il radar è essenzialmente un sistema di rilevamento funzionante sul principio dell'eco, in cui il trasmettitore irradia periodicamente energia sotto forma di impulsi di microonde di grande potenza, ma di durata molto breve.

Gli impulsi radar vengono irradiati da un'antenna fortemente direttiva che li trasmette alla velocità della luce verso il bersaglio. Se gli impulsi trasmessi non incontrano alcun ostacolo non tornano più indietro, mentre se incontrano un oggetto (ad esempio un automezzo nel caso in questione), una piccola parte dell'energia irradiata ritorna all'antenna trasmittente dopo un tempo brevissimo sotto forma di eco.

I segnali inviati hanno la funzione di rilevare la presenza di un corpo rimbalzando quindi sui veicoli presenti lungo la loro traiettoria ed i segnali di ritorno vengono poi elaborati per determinare i parametri di traffico.

I radar di questo tipo non richiedono interventi di pulizia, inoltre la loro qualità di rilevazione non subisce variazioni in funzione di condizioni atmosferiche e ambientali quali la pioggia, il vento, la neve, la polvere o le escursioni termiche.

### 5.2. Area di Rilevamento

Il sensore deve essere in grado di rilevare e registrare i dati di traffico di almeno sei corsie. La zona di rilevazione, di forma conica, dovrà essere in grado di rilevare i veicoli in un'area compresa tra i 2 e i 76 metri dalla base della struttura su cui è installato il dispositivo e deve essere in grado di rilevare e fornire simultaneamente le informazioni sui veicoli che transitano su tutte le corsie dell'area di rilevamento, dalla corsia più vicina a quella più lontana (*Figura 11 a & b*).

Il radar deve rilevare i veicoli su corsie di qualsiasi larghezza all'interno dell'area di rilevamento. Deve inoltre essere possibile gestire corsie di diverse dimensioni pur garantendo il mantenimento delle performance di rilevamento.

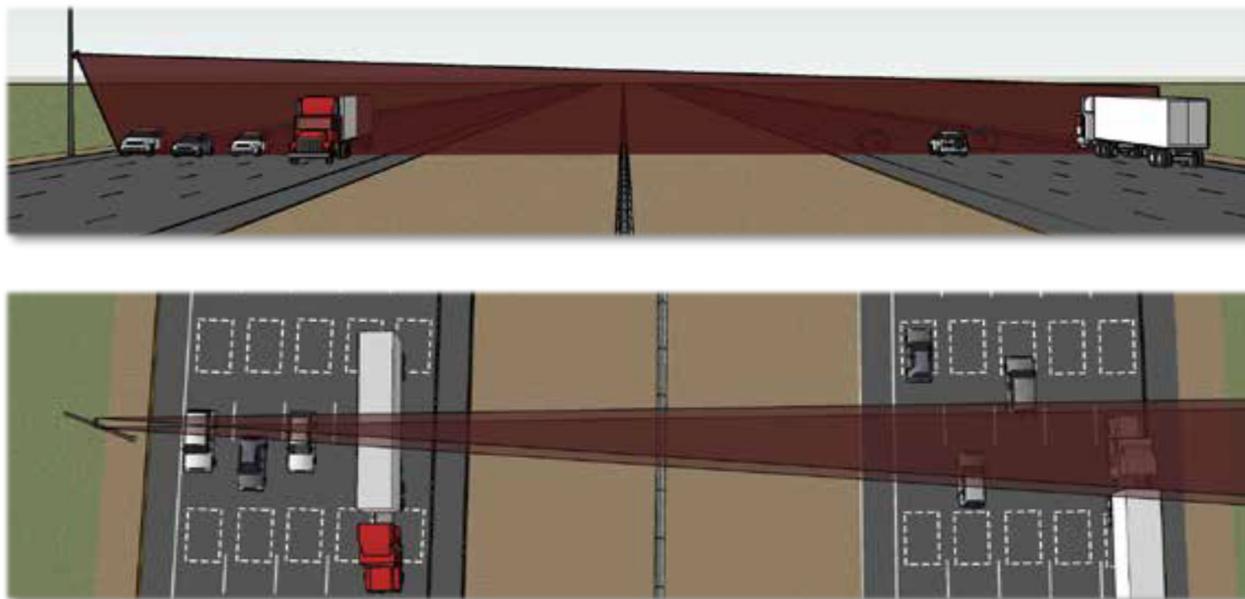


Figura 11 a, b

### 5.3. Caratteristiche meccaniche ed elettriche dei dispositivi

#### *Struttura meccanica*

Il sensore dovrà avere dimensioni non superiori a 36x31x11 cm e peso inferiore a 2,5 Kg. Le parti esterne dovranno essere realizzate in materiale anticorrosione, resistenti ai raggi ultravioletti, alla formazione di funghi e ai danni causati dall'umidità.

Il contenitore dovrà essere realizzato in policarbonato, avrà grado di protezione IP67 e dotato di connettore per il cavo di alimentazione e comunicazione di tipo militare (specifiche MIL-C-26482).

#### *Caratteristiche tecniche del radar*

La frequenza di lavoro del sensore a microonde dovrà essere compresa nella banda K con frequenza fra i 24 e i 24,25 GHz. Il prodotto non dovrà essere soggetto ad autorizzazioni di legge per emissioni radio. Il sensore dovrà essere caratterizzato dalla presenza di due antenne radar che includano due canali in ricezione. Questa caratteristica rende possibile la misurazione della velocità reale.

#### *Stabilità della frequenza*

I segnali modulanti saranno generati da circuiti digitali, non deve essere possibile la configurazione manuale al fine di evitare errori umani e il degrado della precisione nel tempo.

## ***Caratteristiche delle antenne***

Le antenne radar saranno realizzate con schede a circuiti stampati: le antenne di questo tipo eliminano la presenza di connettori e cablaggi con conseguente miglioramento dell'affidabilità.

Il radar planare modulato dovrà essere a doppio pattern con stabilità di larghezza di banda all'1%, 6 dB di larghezza lobo sia verticale (65°) che orizzontale (7°), -40 dB sui lobi secondari.

L'ampiezza del fascio verticale del radar non dovrà essere inferiore a 65°, in modo da consentire un rilevamento simultaneo sia sulla corsia adiacente al dispositivo che su quella più lontana. L'ampiezza verticale del fascio determina il campo visivo nel quale è possibile rilevare il traffico, un fascio verticale inferiore a 65° non consentirebbe a un radar, montato a un'altezza minima di 5 metri, di rilevare simultaneamente i veicoli e fornire le informazioni su un'area di rilevamento compresa tra 2 e 76 metri dalla struttura di installazione.

L'ampiezza contenuta del fascio orizzontale consentirà al radar di aumentare la risoluzione di rilevamento dei veicoli più lontani. Se il fascio orizzontale fosse troppo ampio, i veicoli che si susseguono potrebbero essere rilevati come un unico veicolo.

## ***Risoluzione***

Il radar dovrà trasmettere un segnale con un'ampiezza di almeno 240 MHz: l'ampiezza della banda di trasmissione si traduce immediatamente in risoluzione del radar, e contribuisce alla performance della apparecchiatura. Un radar che trasmette con una banda bassa avrebbe una bassa risoluzione e questo potrebbe provocare ad esempio il conteggio dello stesso veicolo su due corsie differenti oppure dei falsi rilevamenti dovuti dalla presenza di un ostacolo, che potrebbe pregiudicare la sensibilità del radar sino a ridurne al minimo le possibilità di funzionamento.

## ***Canali RF***

Il radar deve poter utilizzare almeno 4 canali RF, in modo che più unità possano essere montate nella stessa zona senza interferire tra di loro.

## ***Alimentazione***

Il radar deve avere un assorbimento inferiore a 9,5 W. La tensione di alimentazione deve essere compresa tra 12VDC e 28VDC.

## ***Condizioni operative***

Il sensore deve mantenere le prestazioni indicate in qualsiasi condizione atmosferica, incluso pioggia, pioggia ghiacciata, neve, vento, polvere, nebbia e variazioni di temperature e di luce, inclusa luce diretta sul sensore all'alba e al tramonto.

Il dispositivo deve essere in grado di operare con continuità in un range di temperature da -40°C a +70°C.

## 5.4. Prestazioni

### *Precisione nel conteggio*

Tipica: 98-99%  
Minima: 95%

### *Precisione nella rilevamento della velocità*

Precisione di rilevamento della velocità media per qualsiasi direzione:  $\pm 5$  Km/h in presenza di più di 5 veicoli per corsia in un intervallo. Il sensore deve misurare la velocità utilizzando la doppia antenna radar e calcolando il tempo che ogni veicolo impiega nel transito da un fascio radar al successivo.

### *Precisione nel rilevamento dell'occupazione*

Precisione di rilevamento dell'occupazione per direzione:  $\pm 10\%$

### *Precisione nella classificazione*

Tipica: 90%

### *Prestazione in presenza di barriere fisiche (guard rail, new jersey etc.)*

Il sensore deve rilevare i veicoli con la precisione specificata anche in corsie adiacenti la barriera spartitraffico, purché il 50% dell'autoveicolo sia visibile dal punto di vista del sensore.

### *Classificazione di gruppi di veicoli*

Il sensore radar dovrà poter rilevare il volume, la velocità media, l'occupazione, la classificazione, la velocità relativa all' 85° percentile, l'headway medio, il gap medio, il volume per classi di velocità e il volume per direzione, in intervalli di tempo configurabili dall'utente e su un massimo di 22 corsie di traffico.

La classificazione dei veicoli sarà possibile fino a 8 classi sulla base della loro lunghezza e fino a 15 classi sulla base della velocità.

Per ogni veicolo rilevato dovranno essere acquisite velocità, lunghezza, classe e corsia di rilevamento (fino ad un massimo di 22).

## 5.5. Montaggio e cablatura

Il sensore deve essere installato su idoneo supporto da fornire in opera, conforme alle prescrizioni del costruttore dell'apparato e appositamente studiato per le singole condizioni installative. La soluzione adottata dovrà garantire la completa regolazione del sensore e l'accesso in sicurezza per le successive necessità manutentive, ove necessario mediante la realizzazione di parti mobili. Sarà accettato l'utilizzo di soli collari o fascette metalliche, non saranno ammesse forature e/o saldature delle strutture esistenti.

L'esatto posizionamento nell'ambito delle strutture già individuate verrà concordato con la Committente in funzione delle esigenze tecniche relative al funzionamento ottimale dei radar ed delle situazioni specifiche.



Figura 12

I cavi necessari all'alimentazione ed alla comunicazione dovranno essere adatti alla posa in esterni, dotati di elevate caratteristiche antiroditore e dovranno essere posati seguendo i percorsi concordati con la Committente. Saranno a carico dell'Impresa eventuali quadretti di sezionamento intermedi (*Figura 12*), da posizionarsi esternamente allo shelter e che dovessero rendersi necessari in ragione di esigenze correlate alle specifiche del sensore proposto.

## 5.6. Collegamento dati

### *Porte di comunicazione*

Il sensore dovrà avere una porta RS-485 e una porta RS232 (di tipo full-duplex) ed entrambe devono essere in grado di comunicare indipendentemente e simultaneamente.

Tramite le porte di comunicazione sarà possibile l'aggiornamento firmware all'interno della memoria non-volatile e il sensore dovrà supportare la configurazione utente dei seguenti parametri:

- velocità di comunicazione;
- ritardo di risposta;
- data push;
- controllo flusso RS232.

Le porte seriali dovranno supportare tutte le seguenti velocità di trasferimento dati: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 baud.

### ***Protocollo dei dati***

Il radar deve supportare tre differenti tipi di protocollo per tutte le corsie monitorate: **dati aggregati** (bin data), **dati veicolo per veicolo** (per vehicle data), e **dati di presenza in tempo reale**.

Il protocollo dovrà essere reso disponibile dal produttore senza nessun aggravio di costi. Il protocollo del pacchetto **dati aggregati** per intervallo (bin data) comprenderà:

- ID del sensore;
- un timestamp che registri anno, mese, giorno, ora, minuti e secondi alla fine di ogni intervallo temporale;
- velocità media in Km/h;
- occupazione percentuale della corsia con incrementi dello 0,1%;
- volume in classi di lunghezza configurabili dall'utente (fino a 8);
- volume in classi di velocità configurabili dall'utente (fino a 15);
- volume per entrambe le direzioni di traffico;
- headway medio in secondi;
- gap medio in secondi ;
- velocità all'85% in Km/h.

Il protocollo del pacchetto **dati veicolo per veicolo** deve comprendere:

- ID del sensore;
- un timestamp che registri anno, mese, giorno, ora, minuti, secondi e millisecondi dell'orario in cui il veicolo abbandona la zona di rilevamento;
- corsia di transito;
- velocità in Km/h;
- lunghezza del veicolo;
- classificazione in base alle classi definite dall'utente (fino a 8);
- range.

Il protocollo del pacchetto **dati di presenza in tempo reale** deve comprendere:

- ID del sensore;
- informazione sulla presenza del veicolo per ogni corsia da monitorare.

### ***Memorizzazione dati***

Il radar deve poter memorizzare, in una memoria non-volatile, almeno 9000 pacchetti di dati aggregati, con il numero massimo di corsie e direzioni configurate e tutti i campi di intervallo abilitati.

Il radar deve fornire il timestamp utilizzando un orologio real-time in grado di mantenere la precisione anche in assenza di alimentazione dell'apparecchiatura per lunghi periodi di tempo.

## Configurazione

- *Configurazione automatica:* il sensore deve essere dotato di una funzione di definizione automatica della corsie di traffico o zone di rilevamento, senza richiedere l'intervento dell'utente. L'autoconfigurazione dovrà essere realizzata da un processore interno all'apparecchiatura e non richiedere l'utilizzo di ausili esterni.
- *Configurazione manuale:* l'autoconfigurazione deve comunque consentire la possibilità di correggere manualmente la configurazione del sensore.

## Manutenzione

Il radar deve mantenere le sue caratteristiche di precisione senza necessità di eseguire attività di pulizia.

Dopo che il radar è stato calibrato, non deve essere necessaria nessuna ricalibrazione per mantenere le performance a meno che non cambi la configurazione dell'area di rilevamento.

Il radar deve avere un MTBF di 10 anni.

## 6. Sensori a doppia tecnologia

I sensori che verranno forniti per il conteggio e la classificazione dei veicoli su singola corsia saranno progettati per l'utilizzo integrato di diverse tecnologie, in modo tale da aumentare l'attendibilità e la precisione dei dati complessivamente forniti in qualsiasi condizione meteorologica o di traffico. Il sensore dovrà essere a doppia tecnologia ed essere in grado di rilevare tutti gli eventi utili per il controllo e la sicurezza.

La combinazione della tecnologia radar-doppler e a raggi infrarossi passivi determina la velocità e la lunghezza dei veicoli e li classifica in classi da definire con la Direzione Lavori.

In particolare i dispositivi dovranno essere in grado di rilevare:

- 2 classi di veicoli (leggeri/pesanti secondo la norma TLS);
- lunghezza del veicolo in metri;
- velocità del veicolo;
- tempo di occupazione (msec);

Inoltre dovranno fornire i seguenti allarmi:

- allarme coda;
- allarme diagnostico: malfunzionamento Radar;
- malfunzionamento IR.

### 6.1 Area di rilevamento

La sezione radar del rilevatore si basa su una zona di rilevazione di forma conica, preceduta da una cortina di rilevazione PIR e seguita da altre due cortine di rilevazione PIR multicanale. L'esatta geometria ed estensione di queste quattro zone di rilevazione dipende dall'altezza di montaggio del rilevatore. Il rilevatore copre una

corsia e deve essere montato in alto, di fianco alla corsia, sopra una struttura (Figura 13). Le angolazioni tra il cono radar e le cortine PIR sono fisse e determinano la geometria di rilevazione. Le distanze sono indipendenti e definite dall'altezza di montaggio e dall'angolo di allineamento dell'alloggiamento del rilevatore rispetto alla superficie della corsia.

Il sensore dovrà essere in grado di rilevare e fornire simultaneamente le informazioni sui veicoli che transitano sulla corsia presa in esame.

Il radar deve rilevare i veicoli su corsie di qualsiasi larghezza all'interno dell'area di rilevamento. Deve inoltre essere possibile gestire corsie di diverse dimensioni pur garantendo il mantenimento delle performance di rilevamento.

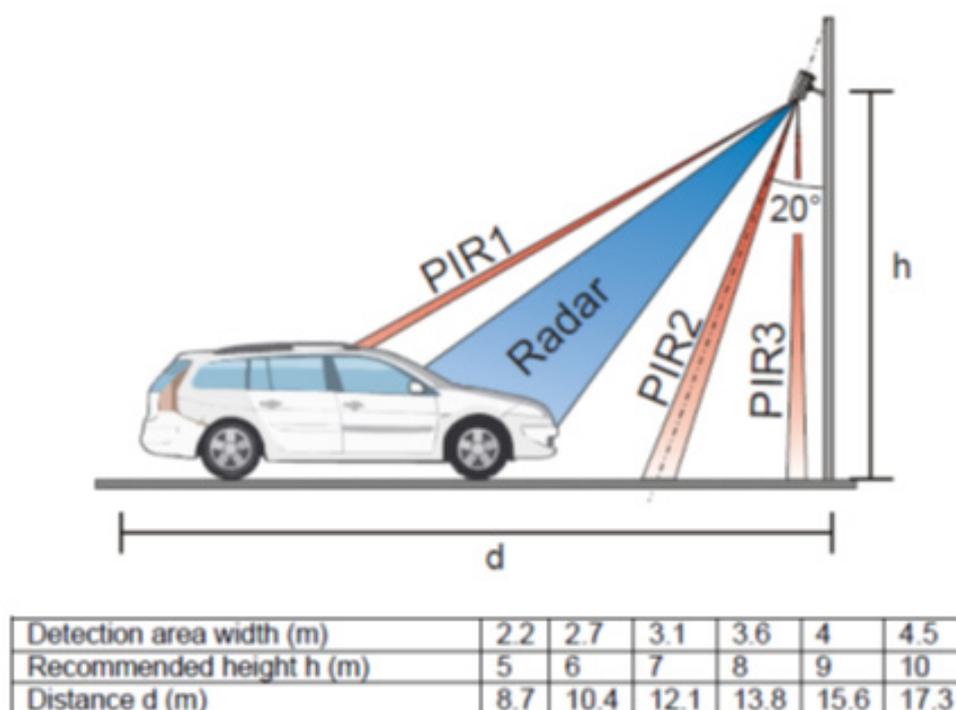


Figura 13

## 6.2. Montaggio e cablatura

Per ottenere le massime prestazioni dal rilevatore è fondamentale che i veicoli transitino nelle aree di rilevazione secondo un ordine prestabilito (Figura 14, radar Doppler in blu e cortine PIR in rosso) e che i veicoli delle corsie adiacenti non si trovino in alcuna delle aree di rilevazione.

L'altezza d'installazione potrà variare fino a circa 6 metri, a seconda della larghezza della corsia. Il rilevatore verrà utilizzato preferibilmente in modalità Frontfire (montato dietro l'infrastruttura con il cono radar rivolto verso il traffico in arrivo di traffico), poiché questa configurazione garantisce la massima precisione dei dati.

Ogni sensore monitora una corsia e nel caso specifico sarà sufficiente un solo sensore per ogni postazione, in corrispondenza della pista di decelerazione (entrata al parcheggio) e di accelerazione (uscita dal parcheggio).

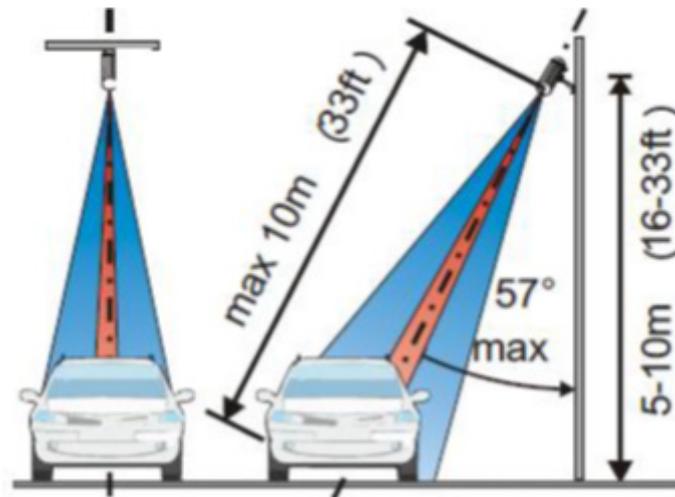


Figura 14

Prescrizioni di montaggio:

- il rilevatore dovrà essere montato saldamente all'altezza richiesta ed allineato **di fianco alla corsia**;
- il rilevatore dovrà essere puntato verso il centro della corsia per ovviare alle influenze di veicoli nelle corsie adiacenti, che potrebbero degradare la precisione delle informazioni sulla velocità;
- per ottenere il massimo livello di precisione dei dati possibile, l'angolazione del rilevatore rispetto al palo su cui sarà installato dovrà essere regolata sui 57°.

### 6.3. Collegamento dati

#### *Collegamenti in locale*

I sensori a doppia tecnologia dovranno comunicare, ciascuno, con una centralina locale di acquisizione dati.

La comunicazione tra il sensore e la centralina dovrà avvenire attraverso bus RS-485 ed essere gestita tramite un programma dedicato, che sarà installato su un PC industriale in locale. Tale PC dovrà essere fornito in un contenitore adatto ad uso esterno, installato sul palo dell'illuminazione (secondo le condizioni che verranno concordate con la Direzione Lavori) e connesso ai sistemi centrali mediante apposito modem.

L'applicativo di gestione dei sensori dovrà essere sviluppato sotto forma di servizio di sistema operativo Windows e dovrà supportare la comunicazione con il server centrale.

Le funzionalità che l'applicativo dovrà offrire sono:

- raccolta dati in tempo reale dai sensori di traffico;
- invio dati in tempo reale alla centrale operativa;
- salvataggio dei dati sulla stazione polifunzionale in caso di mancanza di connettività con la centrale operativa e invio in automatico alla centrale al momento del ripristino della connettività;

- raccolta dei dati diagnostici dai sensori di traffico (allarmi malfunzionamenti hardware e altro);
- raccolta allarmi di traffico dai sensori (coda, veicolo fermo, veicolo contromano e altro in base alla tipologia del sensore);
- invio periodico alla centrale degli allarmi di traffico;
- invio periodico alla centrale delle informazioni di diagnostica anche nel caso di assenza di traffico veicolare (keep alive);
- semplice configurazione da file;
- visualizzazione sul PC/Server locale dei dati rilevati in tempo reale;
- invio alla centrale operativa di dati compressi e criptati AES-256;
- invio dei dati con periodicità configurabile (tipicamente 5 minuti);
- invio al server centrale dei dati relativi a tutti i veicoli, senza aggregazione.

## 7. Sviluppi ed integrazioni

### 7.1. Interfaccia dati sensori tripla tecnologia

Il rilevatore deve rendere disponibili i dati attraverso la connessione bus dati RS 485. I dati dovranno essere acquisiti continuamente ed analizzati con gli appositi apparati (PMP/PMFU) o tramite connessione a PC. Per controllare uno o più rilevatori dovrà essere utilizzato un modulo d'interfaccia IF 485B (accessorio contaveicoli oggetto di questo appalto). L'interfaccia dati dovrà avere le caratteristiche idonee a lavorare in ambiente autostradale, a coprire le distanze tra sensori e controllore (PMP/PMFU) e dovrà essere di tipo bidirezionale tra i rilevatori e il modulo di aggregazione dei dati.

### 7.2. Interfaccia dati sensori radar

I dati provenienti dalle centraline locali dovranno essere inviati al software di supervisione centrale ed integrati sulla piattaforma gestionale esistente presso il *Datacenter* della sede di Palmanova, secondo le modalità utilizzate dagli altri sensori dello stesso tipo precedentemente installati. Il collegamento con la centrale dovrà essere effettuato attraverso l'instradamento nella rete aziendale.

Sul sinottico del programma dovranno essere visibili le informazioni riguardanti il volume dei transiti sulle singole postazioni e la diagnostica dei sensori in tempo reale.

### 7.3. Interfaccia dati sensori doppia tecnologia

I dati provenienti dalle centraline locali dovranno essere inviati al software di supervisione centrale (oggetto di questo appalto) ed integrati sulla piattaforma gestionale installata presso il *Datacenter* della sede di Palmanova su macchina virtuale.

L'accesso alle funzionalità applicative residenti su tale macchina dovrà avvenire attraverso generici client utilizzando come terminali utenti normali web browser. Sul sinottico del programma dovranno essere visibili le informazioni riguardanti il volume dei transiti sulle singole postazioni e la diagnostica dei sensori in tempo reale. Come

parte della realizzazione del presente appalto dovrà essere reso disponibile un applicativo software che consenta la visualizzazione in tempo reale o su base storica della quantità di stalli liberi presenti all'interno dell'Area di Sosta di Roncade, utilizzando le informazioni sulla differenza di veicoli in entrata ed in uscita presso tale area.