

PROJECT REPORT

“Bruit et ports”

CUP [_____]

Produit T2.2.1

[Rapport d'analyse sur la composition du trafic et le régime de surface des routes, Rapport d'analyse sur la réglementation du trafic]

Composante [T2 Création de modèles de simulation et de scénarios
prédictifs pour l'évaluation du bruit dans les ports]

Activité [T2.2 : Analyse des émissions sonores lorsque les conditions
de circulation changent grâce à des interventions de gestion et de
régulation]

Date de livraison prévue: [12_2019]

Date de livraison effective: [04_2020]

Organisation responsable: [UNICA-DICAAR]

Niveau de diffusion		
PU	Public	
CO	Confidentiel, réservé aux partenaires	X

Nombre de documents à délivrer:	[T2.2.1]
Responsable de la documentation à fournir :	[Prof. Ing. Paolo Fadda]
Composante :	[T2]

Auteur(s) - par ordre alphabétique		
Nom	Organisation	E-mail
Roberto Baccoli	UNICA-DICAAR	rbaccoli@unica.it
Paolo Fadda	UNICA-DICAAR	fadda@unica.it
Andrea Medda	UNICA-DICAAR	a.medda@unica.it
Luigi Serra	UNICA-DICAAR	luigi.sserra@gmail.com
Federico Sollai	UNICA-DICAAR	fsollai@unica.it

Examen des documents			
Version	Date	Modifications	
		Type de modifications	Modifié par

Résumé
Le rapport présente l'analyse du régime de composition du trafic en fonction des conditions infrastructurelles autour de la ville portuaire pilote d'Olbia. Le document décrit l'analyse expérimentale des données sur le trafic et les flux de bruit détectés dans le front de mer du port. Cette analyse sera utilisée pour la mise en œuvre du modèle prédictif trafic-bruit avec l'application des réseaux neuronaux artificiels développés en T2.2.2.

1. PRÉMISSSE

La présente étude porte sur le développement d'un modèle de prévision du bruit de la circulation à l'appui d'un système ITS (voir Figure 1) basé sur les systèmes PMV, APP, l'information sur le web et d'autres systèmes qui transmettent des informations à l'utilisateur de la route en relation avec les flux de véhicules mesurés sur le réseau routier en temps réel. L'objectif du système STI est de réorienter la circulation, en rationalisant les itinéraires en particulier pour les flux de véhicules en provenance et à destination du port, afin de réduire l'impact global généré sur les villes portuaires.

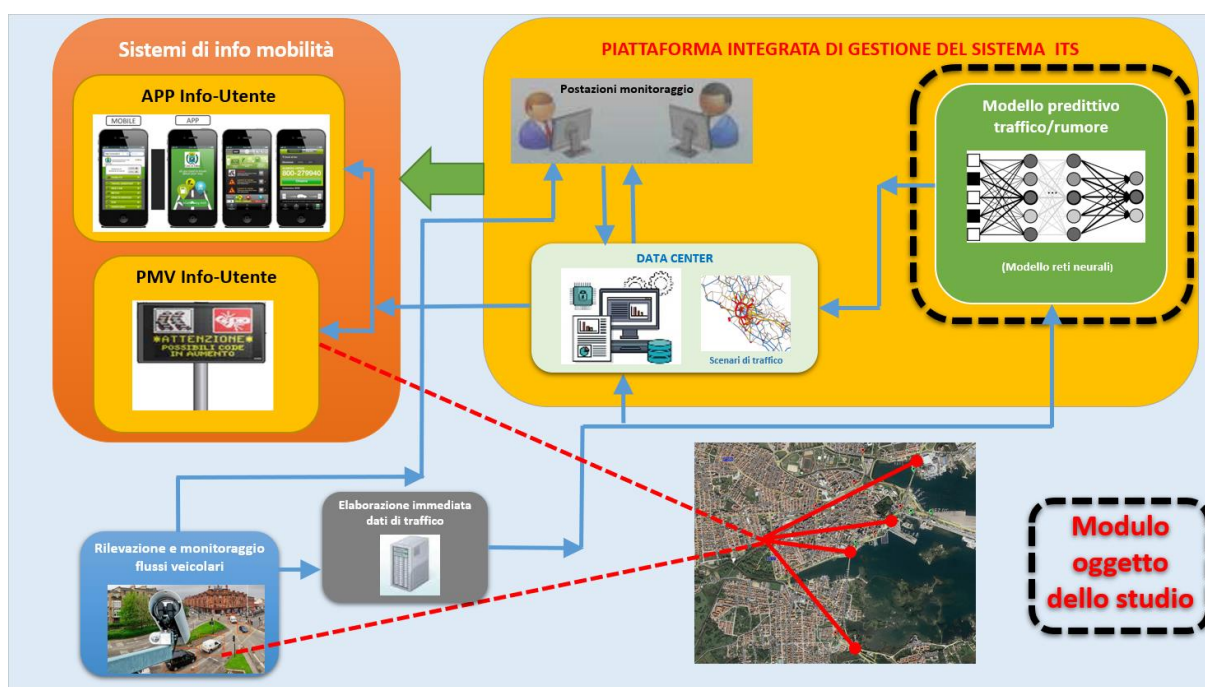


FIGURE 1: SCHÉMATISATION DU SYSTÈME ITS

Les technologies des systèmes de transport intelligents (ITS) sont des outils très importants pour la planification de la mobilité urbaine et aident les autorités publiques (AP) à atteindre leurs objectifs stratégiques et à gérer des opérations concrètes de gestion du trafic, notamment en s'attaquant aux problèmes directs que le trafic pose en termes de bien-être et de pollution de l'environnement. Ils aident également les utilisateurs finaux en leur permettant de faire des choix de mobilité en connaissance de cause, par exemple en optimisant l'utilisation des infrastructures existantes par une série de moyens, tels que la signalisation routière, les systèmes de planification des itinéraires ou les systèmes coopératifs (y compris les systèmes de communication de véhicule à véhicule et de véhicule à infrastructure). La gestion intégrée et systémique de ces outils assure une gestion mieux coordonnée des réseaux de transport routier et

public et facilite la mise en œuvre d'une logistique urbaine intégrée et de régimes d'accès réglementés, visant notamment à réduire la pression de la pollution environnementale et sonore sur les villes, en particulier pour celles où la présence de nœuds portuaires accentue l'attrait du trafic léger et lourd.

Le système expérimental est innovant car il se caractérise par la présence du modèle prédictif trafic-bruit qui permet d'évaluer, sur la base des données de trafic collectées en temps réel, les niveaux d'émission sonore par rapport auxquels, lorsque ceux-ci dépassent le seuil défini par la réglementation, le Datacenter du système ITS par le biais de systèmes d'info-mobilité transmet des messages sur l'état de la mobilité aux usagers de la route.

Les messages et les informations à transmettre par les systèmes d'infomobilité seront construits à l'avance sur la base d'une série de scénarios élaborés au préalable à l'aide de modèles de simulation du trafic. Par conséquent, les scénarios ne seront réalisés que si les seuils limites de bruit déterminés par une certaine composition et entité du flux de trafic à travers les points de surveillance du réseau sont dépassés..

Dans la première partie de l'étude (produit T2.2.1), les résultats de l'analyse expérimentale des flux de trafic et des émissions sonores réalisée simultanément le long du front de mer de la ville portuaire pilote d'Olbia seront illustrés. Ces données constituent la base d'information fondamentale pour la mise en œuvre du modèle prédictif du bruit de la circulation routière qui sera développé dans le produit T2.2.2. L'expérimentation de la composante de modélisation du système STI (T2.2.2) est la partie du système qui permet d'évaluer les niveaux de bruit, en des points caractéristiques du réseau particulièrement "sensibles", à la variation du trafic, c'est-à-dire de sa composition, du débit, de la vitesse, du type de revêtement routier et du contexte urbain par rapport auquel le système devra exercer ses effets.

Le modèle qui sera défini en T2.2.2 a pour objectif d'évaluer les niveaux d'émission sonore instantanés générés par le trafic en fonction desquels, le système ITS par le biais de messages d'info-mobilité à l'utilisateur, transmis par des panneaux à messages variables (PMV) ou des applications pour appareils mobiles (APP) suggère un comportement de conduite et de déplacement (par exemple, réduction de la vitesse), au point de forcer les utilisateurs à emprunter des itinéraires ou des routes de substitution. Ces messages visent à décongestionner les artères principales vers les nœuds portuaires, et donc à réduire les niveaux d'émission de bruit. L'aspect détecté est que cette surveillance fournira une réponse en temps réel en fonction de la surveillance continue des flux de trafic (boucles inductives, systèmes d'enregistrement laser ou caméras vidéo). Le trafic détecté est la donnée d'entrée du modèle prédictif trafic-bruit. Le développement du modèle prédictif a été réalisé pour le contexte urbain du port Waterfront d'Olbia, avec l'espoir, dans les phases suivantes de développement du

modèle, de le mettre en œuvre également pour les réalités portuaires de Piombino Vado Ligure et de Bastia..

L'articulation de l'activité T2.2 (produits T2.2.1, T2.2.2) est définie à travers le schéma des phases de mise en œuvre suivantes, qui ont été développées pour la définition et le test du modèle prédictif trafic-bruit conçu à travers l'utilisation d'un algorithme de "réseau neuronal".

1. Analyse acoustique environnementale de la ville portuaire d'Olbia ;
2. Enquêtes acoustiques ;
3. Les enquêtes sur les flux de trafic et leur caractérisation ;
4. Elaboration du modèle expérimental de prévision des émissions sonores;
5. Résultats du modèle;
6. Remarques finales.

2. ANALYSE ACOUSTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT

2.1 Rapport d'analyse acoustique

La première partie des activités a porté sur l'analyse acoustique environnementale de la zone portuaire afin de définir un cadre de connaissance suffisamment exhaustif de tous les éléments qui contribuent à la détermination des scénarios acoustiques du climat et du trafic. L'analyse vise également à identifier tout problème critique pour l'exécution ultérieure du plan d'enquête et pour la construction du modèle acoustique prévisionnel.

2.1.1 Introduction et articulation de l'étude

Les paragraphes suivants traiteront de la partie visant à la caractérisation acoustique de la zone portuaire de la ville d'Olbia, réalisée par une analyse préliminaire dans laquelle ont été recueillies des données d'information pertinentes pour la description du contexte socio-économique et démographique, du système de transport, du système environnemental et de la planification territoriale.

2.1.2 Analisi della legislazione vigente

Aux fins prévues dans ce projet, voici une liste, pour les différents niveaux, de l'organisme réglementaire de référence.

La directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement a été publiée le 25 juin 2002. L'Union Européenne y définit une approche commune pour éviter, prévenir ou réduire, en fonction de leurs priorités respectives, les effets nocifs de l'exposition au bruit ambiant. L'approche est basée sur l'évaluation de l'exposition au bruit ambiant au moyen d'une cartographie du bruit réalisée sur la base de méthodes communes, l'information du public et la mise en œuvre de plans d'action au niveau local. Cette directive fournit également une base pour l'élaboration de mesures communautaires relatives aux principales sources de bruit.

Le 19 mai 2015, la Commission Européenne a publié la directive 2015/996 établissant des méthodes communes pour l'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE.

Au niveau national, la référence est la Loi-cadre sur la pollution sonore, qui a été suivie par les décrets d'application correspondants. Vous trouverez ci-dessous les actes législatifs par ordre chronologique :

- D.P.C.M. 01/03/1991 "Limites maximales d'exposition au bruit dans les lieux de vie et à l'extérieur";

- LOI 26 OCTOBRE 1995 n. 447 "Loi-cadre sur la pollution sonore";
- Décret du Ministère de l'Environnement du 11 décembre 1996 "Application du critère différentiel pour les installations à cycle de production continu";
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Détermination des valeurs limites pour les sources sonores";
- Décret du Ministère de l'Environnement 16 /03/1998 "Techniques de détection et de mesure des nuisances sonores" ;
- Décret Ministériel du 29 novembre 2000 "Critères pour l'élaboration, par les entreprises et les organismes gérant des services de transport public ou des infrastructures connexes, de plans d'intervention pour la réduction et l'atténuation du bruit" ;
- Décret Législatif n° 262 du 4 septembre 2002 "Application de la directive 2000/14/CE concernant les émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments" ;
- D.P.R. 30 mars 2004, n° 142 "Dispositions pour le confinement et la prévention des nuisances sonores dérivant de la circulation des véhicules, en vertu de l'article 11 de la loi n° 447 du 26 octobre 1995 ;
- Circulaire n° 6 septembre 2004 "Ministère de l'Environnement et de la Protection du Territoire. Interprétation sur la pollution sonore : critère différentiel et applicabilité des valeurs limites différentielles ;
- Décret législatif n° 194 du 19 août 2005 - Application de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement ;
- Décret législatif n° 42 du 17 février 2017 "Dispositions relatives à l'harmonisation des législations nationales en matière de pollution sonore, conformément à l'article 19, paragraphe 2, lettres a), b), c), d), e), f) et h) de la loi n° 161 du 30 octobre 2014".
- Vous trouverez ci-dessous un extrait des règlements émis par l'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) et l'ISO (Organisation internationale de normalisation) :
- ISO 1996-1:2003 Acoustique - Description, mesurage et évaluation du bruit ambiant - Partie 1 : Grandeurs de base et procédures d'évaluation
- ISO 1996-2:2017 Acoustique - Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement - Partie 2 : Détermination des niveaux de pression acoustique
- UNI ISO 9613-1:2006 Acoustique - Atténuation du bruit en propagation extérieure - Partie 1 : Calcul de l'absorption atmosphérique
- UNI ISO 9613-2:2006 Acoustique - Atténuation du bruit à l'extérieur - Partie 2 : Méthode générale de calcul
- UNI/TR 11727:2018 Acoustique - Instructions d'utilisation pour la rédaction des informations sur les émissions sonores des machines

- UNI EN ISO 3745:2017 - Acoustique - Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique des sources de bruit à partir de la pression acoustique - Méthodes de laboratoire dans les salles anéchoïques et semi-anéchoïques
- UNI EN ISO 11819-2:2017 - Acoustique - Mesurage de l'influence des revêtements routiers sur le bruit de la circulation - Partie 2 : Méthode de mesure du bruit de roulement au voisinage du pneumatique
- UNI EN 1793-1:2017 - Dispositifs de réduction du bruit dû au trafic routier - Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques - Partie 1 : Caractéristiques intrinsèques d'absorption acoustique dans des conditions de champ diffus
- UNI EN ISO 11819-1:2004 Acoustique - Mesure de l'influence des revêtements routiers sur le bruit du trafic - Méthode statistique appliquée au trafic de transit
- UNI EN 1793-3:1999 : Dispositifs de réduction du bruit du trafic routier - Méthode d'essai pour la détermination de la performance acoustique - Spectre normalisé du bruit du trafic
- UNI ISO 13472-1:2004 Acoustique - Mesure in situ du coefficient d'absorption acoustique des revêtements routiers - Méthode de la surface étendue
- UNI 11143-1:2005, "Méthode acoustique pour l'estimation de l'impact et du climat acoustique par type de source - Partie 1 : Généralités ;
- UNI 11143-2:2005 Acoustique - Méthode d'estimation de l'impact et du climat acoustique par type de source - Partie 2 : Bruit routier
- UNI 11143-3:2005 Acoustique - Méthode d'estimation de l'impact et du climat acoustique par type de source - Partie 3 : Bruit ferroviaire
- UNI 11143-5:2005 Acoustique - Méthode d'estimation de l'impact et du climat acoustique par type de source - Partie 5 : Bruit émis par les installations de production (industrielles, artisanales, commerciales, agricoles et toute autre forme d'activité, y compris tertiaire)
- UNI EN 1793-2:2018 Dispositifs de réduction du bruit dû à la circulation routière - Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques - Partie 2 : Caractéristiques d'isolation acoustique intrinsèque dans l'air en champ diffus
- UNI EN 1793-4:2015 Dispositifs de réduction du bruit dû au trafic routier - Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques - Partie 4 : Caractéristiques intrinsèques - Valeurs de diffraction acoustique in situ
- UNI EN 1793-5:2016 Dispositifs de réduction du bruit dû au trafic routier - Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques - Partie 5 : Caractéristiques intrinsèques - Valeurs de réflexion acoustique in situ dans des conditions de champ direct
- UNI EN 1793-6:2018 Dispositifs de réduction du bruit dû au trafic routier - Méthode d'essai pour la détermination des performances acoustiques - Partie 6 :

Caractéristiques intrinsèques - Valeur in situ de l'isolation au bruit aérien dans des conditions de champ direct

- UNI/TS 11659-1:2016 Acoustique - Mesures d'atténuation du bruit - Partie 1 : Généralités
- UNI 11022:2003 Acoustique - Mesure de l'efficacité acoustique des systèmes antibruit pour les infrastructures de transport, installés dans des environnements extérieurs ;
- UNI 11160 : 2005 Lignes directrices pour la conception, l'exécution et les essais de systèmes antibruit pour les infrastructures de transport terrestre ;
- UNI EN 12354-3:207 Acoustique des bâtiments - Évaluation de la performance acoustique des bâtiments en fonction des performances des produits - Partie 3 : Isolation acoustique contre le bruit aérien extérieur
- UNI EN 12354-4 : 2017 Acoustique des bâtiments - Évaluation des performances acoustiques des bâtiments en fonction des performances des produits - Partie 4 : Transmission du bruit interne vers l'extérieur ;
- UNI CEI ENV 13005 : 2005 Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure
- UNI 9884 : 1997 Acoustique - Caractérisation acoustique du territoire à travers la description du bruit ambiant
- UNI 10855:1999 Acoustique - Mesure et évaluation de la contribution acoustique des sources individuelles
- UNI EN ISO 12001:2009 Acoustique - Bruit émis par les machines et équipements - Règles pour la rédaction et la présentation d'une procédure d'essai acoustique;
- UNI/TS 11387:2010, "Acoustique - Lignes directrices pour la cartographie acoustique et la cartographie acoustique stratégique. Comment dresser les cartes ;
- UNI/TR 11326 : 2009 Évaluation de l'incertitude dans les mesures et les calculs acoustiques.

L'ISPRA a élaboré des lignes directrices qui peuvent aider à définir un système de surveillance du bruit de la circulation des véhicules.

- Guidelines for the design of monitoring networks for the design of noise monitoring stations", RTI CTN_AGF 3/2001 ;
- Lignes directrices pour le projet de surveillance de l'environnement des ouvrages relevant de la Legge Obiettivo (Legge 21/12/2001, n.443)", ANPA, rév. 1 du 4 septembre 2003.

2.1.3 Analyse acoustique préliminaire

2.1.3.1 Collecte des données et éléments préliminaires

Au cours de cette phase préparatoire, la cartographie de base relative à la zone d'intérêt a d'abord été acquise.

Les données cartographiques ont été acquises par le biais du SITR (Sistema Informativo Territoriale Regionale) de la Région Sardaigne, qui fait référence à diverses normes internationales conformes aux principes de partage des données géographiques émis par la Directive INSPIRE aux fins de la construction d'une infrastructure communautaire de données spatiales. Les données cartographiques sont accessibles via le portail web du Géoportail de Sardaigne.

Depuis le SITR, il a été possible d'accéder à la DBGT (Geotopographic Data Base) et plus particulièrement à la DBMP (Multiprecision Data Base), à partir de laquelle il a été possible d'acquérir au format SHP (shape file) les sources d'information géoréférencées suivantes, utiles à la modélisation géométrique pour la caractérisation acoustique de la zone d'intérêt :

- DBMP Layer 01 - Viabilité, mobilité et transport
 - o Thème 01 - Les routes
 - Classe 01 - Aire de circulation des véhicules
 - Classe 04 - Zone de route (Zone située dans les limites de la route : plan formé par la chaussée et les bandes correspondantes, c'est-à-dire les quais, les trottoirs et les voies)
 - Classe 05 - Trafic mixte secondaire
 - Classe 07 - Élément de route (élément de route au niveau de détail (élément de route))
 - Classe 09 - Tronçon de route (Itinéraire obtenu par synthèse d'un ou plusieurs éléments de route et reliant deux intersections)
- DBMP Layer 02 - Bâtiments et anthropisations
 - o Thème 01 - Publié
 - Classe 01 - Unité volumétrique
 - Classe 02 - Bâtiment
 - o Thème 02 - Artefacts
 - Classe 05 - Construction de routes
 - Classe 09 - Équipement portuaire
 - o Thème 03 - Œuvres d'art
 - Classe 01 - Pont ou viaduc
 - Classe 03 - Galerie
 - Classe 08 - Passage supérieur

- DBMP Layer 06 - Végétation
 - o Thème 04 - Verdure artificielle urbaine et suburbaine
 - Classe 01 - Espaces verts

En outre, le SITR a acquis le modèle numérique de terrain (DTM) sous la forme d'une grille de points dimensionnels, avec une structure de mailles carrées avec un pas de 10 mètres, au format ASCII GRILLE (file .asc).

Les données géographiques acquises sont géoréférencées avec le système de référence WGS84 UTM32N. Le logiciel open source QGIS a été utilisé pour leur visualisation et leur traitement.

Pour la constitution de la database géographiques, des données acquises auprès d'autres sources ont également été utilisées pour les intégrer. Par exemple, le portail open source Open Street Map a été consulté pour la vérification des tracés routiers, ce qui permet l'exportation du réseau routier au format OSM. L'étude directe des caractéristiques de l'environnement urbain du front de mer, des activités qui s'y déroulent, des caractéristiques spécifiques des tronçons routiers (chaussée, largeur des voies, sens de circulation, etc...) a été particulièrement importante.



FIGURE 2: EXTRAIT DU PLAN DE FABRICATION ACTUEL

Afin de vérifier les destinations des zones et la présence de zones de destination spéciales également en fonction de la vérification de la présence de récepteurs sensibles, le P.U.C. (Plan urbain municipal) a été consulté (et la cartographie relative a été acquise) en vigueur (Plan industriel) et le Plan régional du paysage de la Sardaigne..

2.1.3.2 Planification sectorielle

La municipalité d'Olbia a élaboré et approuvé, par la résolution du conseil municipal n° 24 du 08/03/2016, le Plan de Zonage Acoustique du territoire municipal conformément au D.P.C.M. 14/11/1997. La consultation des documents permet de constater que la zone portuaire destinée au trafic de passagers et le front de mer se situent dans la

CLASSE IV - zones d'activité humaine intense, avec des valeurs limites absolues d'émission de 65 dB(A) pendant la période diurne et de 55 dB(A) pendant la période nocturne..

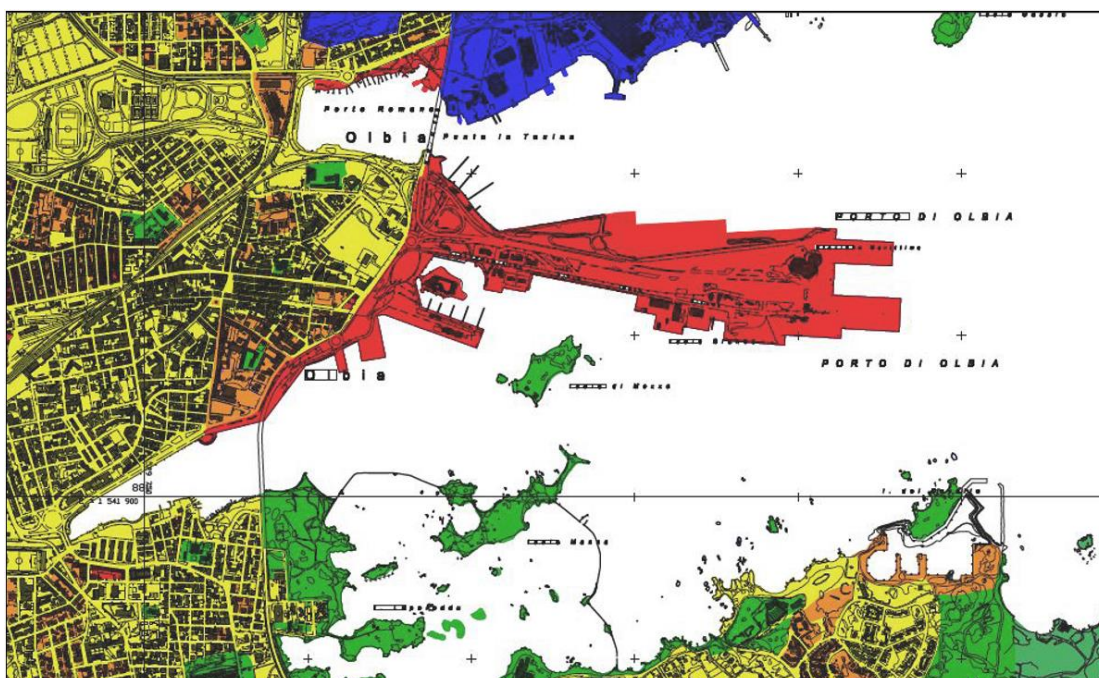


FIGURE 3: EXTRAIT DU PLAN DE CLASSEMENT ACOUSTIQUE

En 2014, la municipalité d'Olbia a adopté le P.U.M. (Plan de mobilité urbaine) qui représente un outil cognitif important de la réalité urbaine. Dans le plan est menée une analyse de la structure et de la criticité du système de transport actuel, les indicateurs des valeurs objectives et actuelles sont identifiés et des stratégies d'intervention sont prévues. Le P.U.M. représente un outil de planification à moyen et long terme dans lequel des scénarios de projets sont analysés sur la base de scénarios de référence. Bien qu'il soit étendu à l'ensemble du système de transport de la ville, il examine également le système routier par rapport à l'infrastructure portuaire.

Dans le rapport technique et dans les travaux du P.U.M. sont rapportés les résultats des campagnes d'enquête sur le trafic, les enquêtes statistiques sur la mobilité, l'analyse des flux de trafic qui ont été utilisés pour l'analyse de la zone d'étude.

Le cadre d'information du contexte socio-économique et démographique a été mis en œuvre avec la collecte des données ISTAT relatives à la population résidente au 1er janvier 2019 ainsi que des données du recensement général de la population pour l'année 2011 à partir desquelles les tendances historiques des données démographiques peuvent être reconstituées.

D'autres données sur les infrastructures et les transports sont disponibles, pour la partie qui nous intéresse dans ce projet, auprès du Système portuaire de la mer de Sardaigne - Autorité portuaire d'Olbia Golfo Aranci, qui fournit des données sur les postes d'amarrage et le trafic de passagers dans la jetée d'Isola Bianca.

Par l'intermédiaire de l'A.S.P.O (Azienda Servizi Pubblici Olbia), les itinéraires des transports publics dans la zone d'intérêt ont également été analysés. Des données quotidiennes sur les voyages effectués ont également été demandées.

En ce qui concerne l'acquisition des données météorologiques, les données de l'unité de détection météorologique de l'armée de l'air installée près de l'aéroport d'Olbia Costa - Smeralda sont disponibles, ainsi que les données des séries historiques de la vitesse du vent et de l'humidité relative mesurées par les différentes unités météorologiques installées dans la région.

L'administration municipale dispose également de sa propre unité d'acquisition installée sur le toit du musée archéologique, tout près du port, qui fournit des données sur l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent dominant, la température, la pression. L'unité de contrôle a été utilisée pour une validation supplémentaire des données fournies par l'unité de contrôle météorologique à proximité des points de mesure..

2.1.3.3 Évaluation préliminaire de la zone d'étude

L'évaluation de la zone d'étude a été réalisée dans un premier temps par l'analyse de la cartographie et des images satellites disponibles sur le portail SardegnaFotoAeree et les portails webgis. Afin de mieux comprendre la dynamique du système de transport, on a tenté de définir un cadre général pour la zone urbaine. Il est apparu que, suite aux infrastructures récentes, le tracé de la ville à l'échelle municipale est déterminé par la présence de la Circonvallazione et de la S.S. 125 Orientale Sarda. Le premier, à partir de la jonction sur la S.S.131 d.c.n., longe le centre urbain à l'ouest et rejoint le second au nord, qui reste une voie d'accès importante à la ville et un axe de traversée sud-nord côté mer. Le S.S. 597/SS729 Sassari-Olbia, qui mène à la ville depuis le sud et se reconnecte au système de jonction de l'aéroport, est également important. Il est également possible de voir clairement les voies d'accès préférentielles au centre constitué de routes radiales dont la Via Barcellona, le Corso Vittorio Emanuele et la Via Aldo Moro. La zone industrielle au nord de la ville et l'aéroport Olbia - Costa Smeralda au sud sont également des plaques tournantes importantes du système de transport.

La zone portuaire maritime est en effet très diversifiée et se répartit entre escale de passagers, zones d'accostage pour la plaisance, port industriel. Dans l'ensemble, c'est l'un des principaux pôles maritimes de la Méditerranée et l'un des premiers au niveau national en termes de volume de trafic.

Réduisant la zone d'intérêt de cette étude à une échelle compatible avec les objectifs du projet, l'analyse s'est concentrée sur la zone affectée par l'escale commerciale et de passagers du quai de l'Isola Bianca, en considérant les sections de route potentiellement affectées par le trafic de véhicules attribuable à l'activité portuaire (trafic induit).

Une première phase d'étude documentaire a été suivie d'une inspection "in situ" pour vérifier la tendance réelle des flux de véhicules et les caractéristiques des sections de route. Les routes principales suivantes ont ensuite été identifiées :

- S.S. 125 : route d'importance régionale qui entre dans le front de mer par un tronçon surélevé, le traverse par un tronçon souterrain et revient ensuite dans un tronçon surélevé à la Rotonda del Sacro Cuore ;
- Le système de jonctions affleurantes ou surélevées à la sortie du quai de l'Isola Bianca ;
- Via Principe Umberto : route urbaine le long du front de mer ;
- Via Punta Istaulas : principale route d'accès au quai de l'Isola Bianca pour ceux qui viennent du Nord et au passage souterrain de la S.S. 125 ;
- Viale Isola Bianca : principale route d'accès au quai de l'Isola Bianca depuis la promenade de la ville ;
- Via Genova : route urbaine le long du front de mer qui relie le front de mer à la Via Redipuglia..

Il a également été établi que:

- Le flux de circulation du front de mer vers le centre historique est quelque peu limité par la présence de la zone de circulation restreinte qui bloque en fait l'accès au Corso Umberto I ;
- toutes les routes identifiées présentent des caractéristiques de revêtement routier assez uniformes, car elles ont toutes une couche de roulement en conglomerat bitumineux, à l'exception de la Via Principe Umberto et de la Via Genova, qui sont constituées de dalles de granit disposées en diagonale ;
- il n'y a pas de récepteurs sensibles de classe I dans la zone proche du port. E' présentent un complexe scolaire dans la Via Alessandro Nanni à environ 250 m de la jonction portuaire, cependant le trafic dans ce tronçon ne semble pas être univoque et directement déterminé par la dynamique du port. Un réceptacle potentiel pourrait être le Musée archéologique, mais il est situé loin du bord de la route. Un récepteur sensible "à bord" a été identifié à la place, représentatif des bâtiments du front de mer, dans le bâtiment de la mairie, qui, sur la base des relevés effectués, est exposé à des niveaux de pression acoustique considérables ;
- il n'existe pas de sources concurrentes d'émission sonore dont la durée peut contribuer de manière significative au climat acoustique..

Compte tenu de ce qui précède, en raison du nombre limité de chaînes de mesure disponibles, on a émis l'hypothèse de trois positions de soulagement "source orientée" pour la campagne de mesure du climat sonore qui suivra, afin de caractériser directement les émissions du trafic automobile. Les stations de mesure devraient

également permettre d'évaluer en parallèle l'importance du trafic automobile qui, compte tenu de la vocation touristique de la ville et du littoral, est fortement saisonnier.

2.1.3.4 Vérification des points de mesure et des tronçons de route

Sur la base de l'analyse acoustique préliminaire, les points de mesure potentiels ont été évalués en fonction de leur capacité à fournir une image suffisamment complète et représentative des niveaux de pression acoustique dans toute la zone proche du port commercial. Le choix des points de mesure finaux, parmi les points potentiels, a été pondéré sur la base des ressources instrumentales disponibles. Les points de relief choisis doivent donc être considérés comme "frontaliers", car on a supposé qu'il s'agissait des points les plus exposés au bruit de la circulation automobile selon un rapport de cause à effet. Cette hypothèse a également été confirmée par des enquêtes phonométriques préliminaires.

L'évaluation des niveaux de pression aux points non surveillés, ou en tout cas intermédiaires, est confiée à l'application de modèles de propagation physique prédictifs qui peuvent en tout cas être calibrés pour être comparés aux valeurs mesurées aux points de mesure.

On considère également que les autres tronçons de route potentiellement soumis à des niveaux de pression acoustique élevés sont généralement plus éloignés des récepteurs et, en tout cas, dans des zones non touchées par des activités sensibles.

Après une activité de surveillance, il a été conclu qu'il n'y a pas de chevauchement des sources sonores à proximité des stations de sondage. Le trafic est donc la principale source de perturbation.

Les activités spécifiques liées au port, telles que les manœuvres d'accostage des navires, les opérations d'embarquement/débarquement des véhicules, la manutention des véhicules lourds restent confinées aux zones de débarquement et ne contribuent pas de manière significative aux niveaux de bruit puisque les postes d'accostage se trouvent à environ 1,2 km de la première intersection de routes et qu'à proximité des quais se trouvent principalement des structures liées à l'activité portuaire elle-même. Par conséquent, la composante du trafic de véhicules (en période de faible trafic et de pointe), qui représente la principale source de bruit directement attribuable et systématiquement attribuable à la présence du port, a été étudiée. En tout état de cause, les flux de circulation ordinaires et induits se sont avérés capables de générer la contribution prédominante au climat acoustique près des récepteurs présents le long du front de mer de la ville.

Après avoir identifié les points de mesure phonométrique et les tronçons de route pour la mesure du flux de véhicules, avant de lancer systématiquement la campagne

expérimentale, on a vérifié leur aptitude à acquérir des données susceptibles d'alimenter le modèle de bruit de la circulation, afin d'optimiser l'utilisation des instruments de mesure disponibles pour la campagne expérimentale.

Après vérification et évaluation des priorités dans l'utilisation des ressources, 10 tronçons de route et 3 points d'acquisition phonométrique ont été définis pour l'ensemble de la campagne expérimentale.

Les critères qui ont guidé le choix des points et des sections de mesure étaient de deux types. Tout d'abord, il a été vérifié que les données fournies montraient des corrélations claires entre les deux types de données (acoustique et flux de véhicules). En fait, s'il n'y avait pas eu de corrélation claire, il aurait été possible d'écarter le point d'acquisition considéré de temps en temps parce qu'il ne convenait pas pour être mis en œuvre dans le modèle de bruit de trafic.

Ensuite, un classement des meilleurs points d'acquisition (tant qualitativement que quantitativement) a été établi afin de faire le meilleur usage possible des ressources expérimentales limitées disponibles.

Une autre vérification a porté sur la sensibilité de l'ensemble de la chaîne de mesure à la congruence de la corrélation entre les fluctuations temporelles des émissions dues à la dynamique du flux des véhicules et les fluctuations simultanées du climat acoustique dans la zone d'intérêt. En ce sens, les points considérés devaient satisfaire à la capacité de discrimination entre ceux qui sont attribuables à la circulation des véhicules et ceux qui ne le sont pas. Les positions de mesure les plus appropriées sont celles dont le niveau de bruit de fond environnemental est acceptable et suffisamment faible pour ne pas masquer le signal émis par les sources de trafic des véhicules du trafic induit.

2.1.3.5 Le plan de surveillance acoustique

Sur la base de ce qui précède, trois positions phonométriques significatives ont été identifiées comme suit.

Id	Lieu	Type d'aide
Pos. A	Rond-point Sacro Cuore	Unité de contrôle fixe sur le poteau
Pos. B	Via Principe Umberto devant l'hôtel de ville	Unité de contrôle fixe sur le poteau
Pos.C	Via Genova entrée du passage souterrain de la route	Unité de contrôle fixe sur le poteau



FIGURE 4: POSITIONS DE L'ENQUÊTE PHONOMÉTRIQUE

Dans les stations identifiées, il est facile d'installer les instruments de mesure à une hauteur de 4 mètres au-dessus du niveau de la rue et loin des façades des bâtiments, comme indiqué par la réglementation.

Afin de disposer d'un échantillon statistiquement représentatif des niveaux de pression acoustique, un contrôle continu a été programmé, en synchronisation avec les enquêtes sur les flux de circulation, pour une durée minimale de 72 heures afin de permettre de saisir les fluctuations du niveau de pression acoustique en fonction des variations de la circulation sur 24 heures.

Les positions des enquêtes phonométriques de la campagne de surveillance ont une double valeur en raison des activités spécifiques des projets de recherche. Tout d'abord, les positions de référence doivent être fonctionnelles pour la détermination du climat acoustique de l'état réel, tant en période de faible affluence qu'en période de pointe, et elles doivent également être fonctionnelles pour la mise en œuvre d'un modèle prédictif du climat acoustique au fur et à mesure que les flux de véhicules changent. Le développement d'un tel modèle permet de contrôler et d'atténuer les valeurs du niveau de pression acoustique aux points critiques qui sont représentatifs des variations du climat acoustique entre la période de faible affluence et la période de pointe et sont fonctionnels à l'évaluation des valeurs de pression acoustique dans les récepteurs sensibles. Si ces valeurs s'avèrent supérieures aux valeurs seuils fixées par les normes industrielles, le modèle devrait pouvoir alimenter le système ITS, défini dans l'introduction, pour transmettre aux utilisateurs des informations d'infomobilité sur la rationalisation des itinéraires et des trajets, et pour encourager les changements de

comportement au volant, dans le but de réduire les flux de véhicules et donc l'impact du bruit qu'ils génèrent..

C'est pourquoi la position éminente A doit être considérée comme stratégique car:

- est soumis à des fluctuations saisonnières du trafic liées aux débarquements à quai du port ;
- elle est dans une position barycentrique par rapport aux flux de trafic qui exigent que toutes les sections de l'infrastructure routière soient reliées au port d'escale et en partent ;
- peut être considéré comme étant influencé acoustiquement principalement par le flux des véhicules et non par d'autres sources..

Comme il s'agit d'une position proche d'un rond-point, un soin particulier sera apporté à l'identification des tronçons de route qui feront l'objet de mesures de flux de trafic..

Vous trouverez ci-dessous les stations de relevé phonométrique sur les zones photographiques plus détaillées.



STATION DE SONDAGE
PHONOMÉTRIQUE **A**

Rond-point du Sacro Cuore

Coordonnées:
4530549.91 N
542697.09 E



STATION DE SONDAGE
*PHONOMÉTRIQUE **B***

Via Principe Umberto

Coordonnées:

4530339.13 N

542530.94 E



STATION DE SONDAGE
*PHONOMÉTRIQUE **C***

Via Genova

Coordonnées:

4530164.33 N

542339.46 E

3. LES ENQUÊTES SUR LE BRUIT ET LA CIRCULATION DES VÉHICULES

Cette section décrit les activités de bruit et de circulation automobile dans des conditions "ex ante" en période "douce" et "de pointe", planifiées puis réalisées sur la base de ce qui est ressorti de l'analyse cognitive préliminaire.

L'acquisition des valeurs des paramètres descriptifs du climat sonore a été effectuée parallèlement aux enquêtes sur les flux de trafic afin de corrélérer le transport (cause) à la pollution sonore (effet).

Dans le cadre du projet, il est prévu d'effectuer des mesures de bruit également dans des conditions "ex post" suite à la mise en œuvre d'actions visant à la gestion et à la régulation des flux de véhicules.

3.1 Base de données des mesures de bruit et de flux de trafic (Ex-Ante) en période de faible affluence et de pointe

3.1.1 Introduction

L'ensemble des informations acquises lors des deux campagnes de mesures distinctes a été structuré dans une base de données de référence pour développer l'analyse approfondie du climat acoustique qui est déterminé sur le front de mer et la cartographie acoustique de la zone selon des modèles de propagation physique. La recherche et le développement de modèles de prévision du bruit de la circulation routière s'appuient sur ce capital d'informations, qui est l'objet spécifique de ces travaux.

La première campagne de secours "ex ante" a été réalisée au mois de mars de l'année 2019, période de l'année identifiée comme "de doux" dans laquelle il enregistre habituellement une activité ordinaire du port de passagers.

Les paramètres acoustiques et l'entité des flux de véhicules détectés ont été traités et organisés dans des bases de données fonctionnelles à la formation du modèle basé sur les réseaux neuronaux pour reconstruire la corrélation de cause à effet entre les flux de véhicules et le climat acoustique généré dans les sections de route d'intérêt.

3.1.2 Comment sont effectuées les mesures phonométriques

Les mesures phonométriques ont été effectuées conformément au Décret Ministériel 16/03/1998 "Techniques de détection et de mesure de la pollution sonore" pour les critères généraux et pour la position des microphones du bruit de la circulation pendant l'intervalle de temps de la mesure.

Pour les acquisitions, des instruments conformes à la classe 1 ont été utilisés, ainsi que les certificats d'étalonnage pertinents et valides, comme le prescrit le décret ministériel susmentionné. En particulier, le sonomètre Sound Level Meter 01dB Cube et les microphones pré-polarisés 1/2" type G.R.A.S. 40CD ont été utilisés.

Toutes les mesures phonométriques ont été effectuées avec des positions fixes installées à une hauteur de 4 mètres du niveau de la route selon une logique orientée vers la source (dont les caractéristiques sont décrites dans les directives ISPRA au paragraphe 5.1) et dans des conditions de surveillance pour noter toute singularité ou anomalie générée par l'activité occasionnelle de sources acoustiques non automobiles à proximité des points de mesure.

Dans tous les cas, compte tenu de l'objectif de l'activité consistant à identifier la corrélation trafic-bruit des véhicules, la surveillance a été effectuée pendant un temps de mesure coïncidant avec la période de mesure des systèmes de détection du trafic.

Lors des relevés, les valeurs moyennes des grandeurs acoustiques suivantes ont été acquises et stockées sur support numérique, avec une base de temps égale à 100 [ms] : évolution dans le temps du niveau de pression acoustique selon les différentes courbes de pondération fréquentielle (A,B,C et Linéaire). De plus, étant donné que les acquisitions sur le terrain sont fonctionnelles pour le développement d'un modèle prédictif du climat acoustique, les tendances de la pression acoustique avec différentes pondérations temporelles ont également été acquises, par mesure de précaution et pour tout autre retour d'information : linéaire et exponentiel avec des constantes de temps Lent, Rapide et Impulsion.

Les chaînes de mesure du niveau de pression acoustique utilisées ont permis de détecter et de stocker les données physiques dans les domaines temporel et fréquentiel. Les données de fréquence ont également été stockées dans des bandes normalisées de 1/3 d'octave.

Afin de valider les mesures, des données météorologiques liées aux intervalles de temps des mesures du bruit environnemental, telles que les valeurs de précipitation, l'humidité relative, la direction et la vitesse du vent, la température, ont été enregistrées par une unité d'acquisition installée près des routes surveillées¹.

¹ Centre d'arpentage installé dans le Musée archéologique municipal

3.1.3 Mesure du niveau sonore Ex-Ante (période de faible affluence)

La campagne de mesure prévue a été réalisée les 25, 26, 27 et 28 mars 2019. Les mesures ont débuté le soir du 25.03.2019 à 20h00 pour toutes les stations jusqu'à 18h00 le 28.03.2019 pour 3 TR la nuit et 3 TR le jour.

Campagne de relevés phonométriques ex ante (période de faible affluence) mars 2019



Position du microphone A

Position du microphone B

Position du microphone C

Position du microphone D

FIGURE 5: STATIONS D'ENQUÊTES PHONOMÉTRIQUES

En plus des positions du microphone "orienté source", pour une étude plus complète du climat acoustique, une position phonométrique a également été ajoutée à l'intérieur (position D du microphone). L'acquisition mise en place a été placée en correspondance avec le récepteur de la "Mairie" directement en face de la Via Principe Umberto, le tronçon de route soumis à l'enquête phonométrique et de circulation. Le microphone a été placé dans une pièce au rez-de-chaussée à une hauteur de 1,5 m du sol et de 1,0 m des murs. La mesure a été effectuée avec une chaîne de mesure National Instruments connectée à un microphone PCB pré-polarisé s.n. 103768. La chaîne de mesure est certifiée en classe 1.

Les données acquises ont été insérées dans une base de données géoréférencées avec la référence WGS84 UTM32N.

Vous trouverez ci-dessous un résumé des graphiques des données météorologiques pour la période de mesure et les graphiques de la tendance du $Leq(A)$ pour les trois stations de mesure.

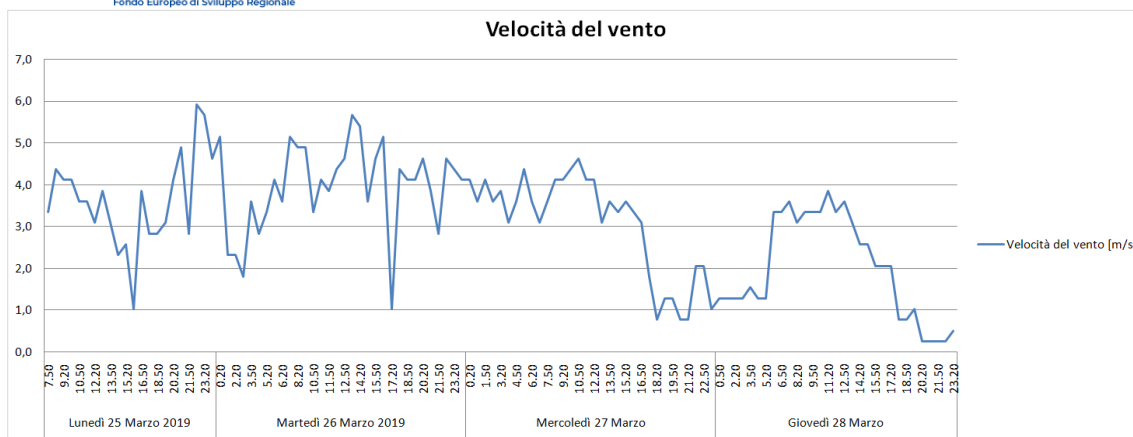


FIGURE 6: LA VITESSE DU VENT LES JOURS 25 À 28 MARS

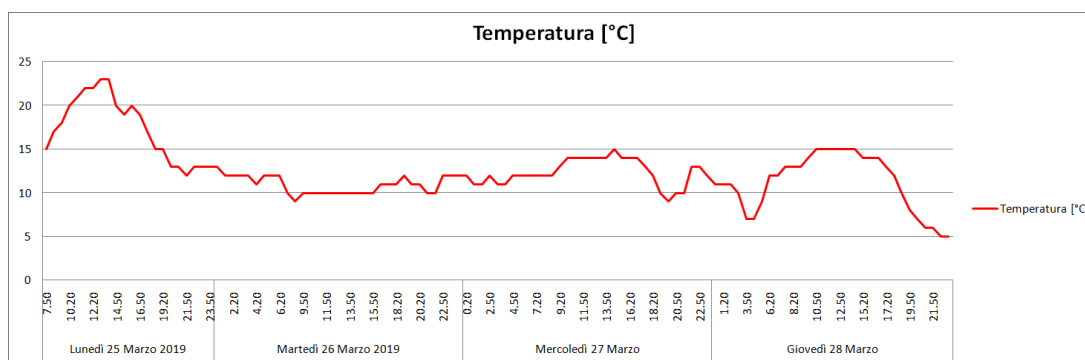


FIGURE 7: TENDANCE DES TEMPÉRATURES DANS LES JOURS DU 25 AU 28 MARS

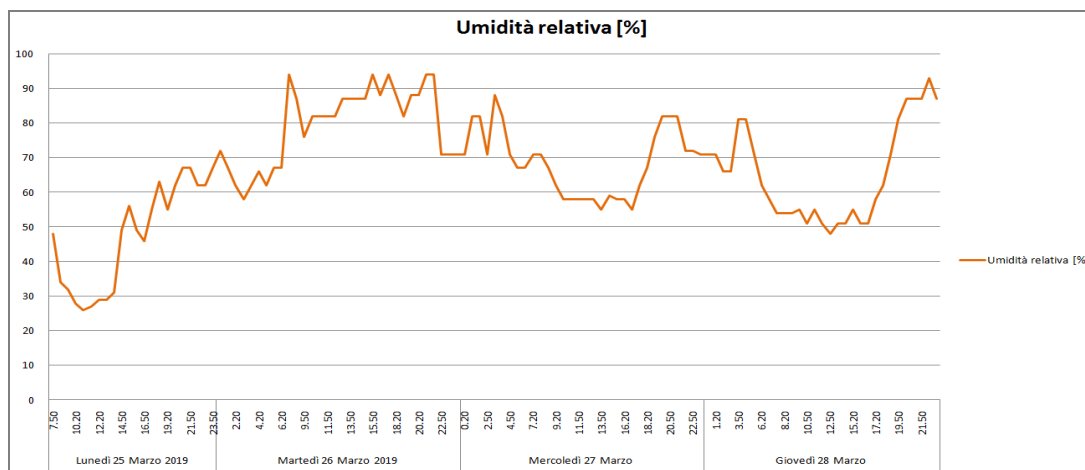


FIGURE 8: L'HUMIDITÉ RELATIVE PENDANT LES JOURNÉES DU 25 AU 28 MARS.

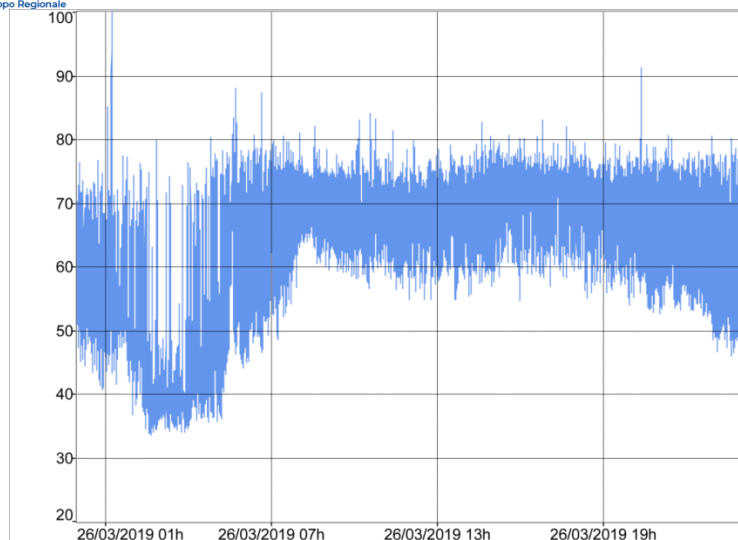


FIGURE 9: NIVEAU ÉQUIVALENT LEQ(A) STATION DE SECOURS B (VIA PRINCIPE UMBERTO)

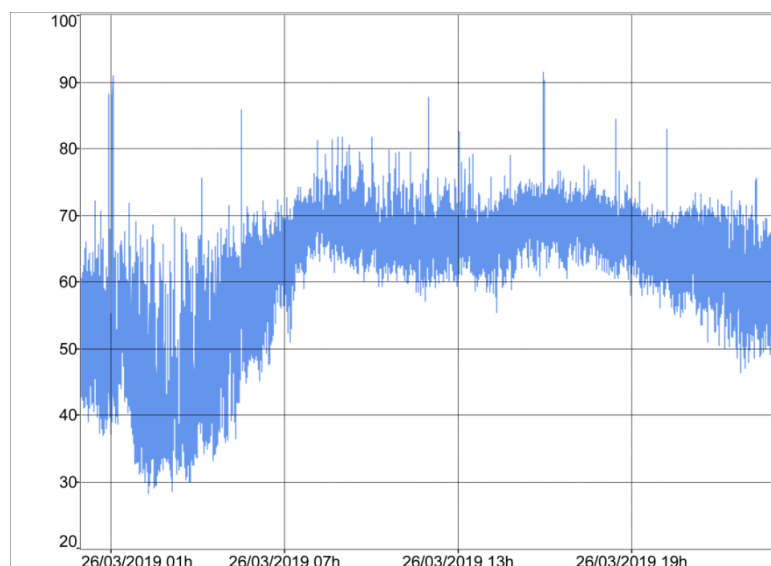


FIGURE 10: NIVEAU ÉQUIVALENT LEQ(A) STATION DE SECOURS A (ROND-POINT SACRO CUORE)

3.1.4 Enquêtes phonométriques ex ante (période de pointe)

La campagne de mesure dans la période de pointe. Considérant le caractère nettement saisonnier des flux liés à la saison touristique, a été programmée dans les jours où statistiquement, au cours des dernières années, selon ce qui a été indiqué par l'Autorité portuaire d'Olbia, les volumes de trafic de passagers dans le port commercial ont été plus importants. Pour l'exécution des reliefs, ils ont donc été identifiés les jours **23, 24, 25 et 26 du mois d'août 2019**. Les relèvements ont commencé dans l'après-midi du 23.08.2019 à 16h00 pour toutes les stations et se sont terminés à 18h00 le 26.08.2019 pour un total de 3 TR de nuit et 3 TR diurnes détectés.

Pour les acquisitions, les mêmes chaînes de mesure que celles utilisées dans la campagne d'enquête de la période de faible affluence ont été utilisées.

En outre, afin d'évaluer spécifiquement comment la variation des volumes de trafic liés à la zone portuaire affecte le bruit environnemental près du front urbain, les mesures ont été effectuées aux mêmes stations fixes que celles utilisées pendant la période de faible affluence.

Campagne de relevés phonométriques ex ante (période de pointe) Août 2020



position du microphone A



position du microphone B

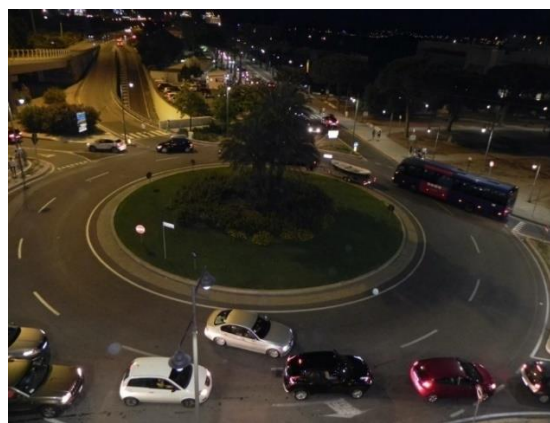


position du microphone C

FIGURE 11 POSITION DES MICROPHONES



flux de trafic lors de la relve à l'embarquement Août 2019:



flux de trafic sur la longue mer relief août 2019

FIGURE 12: ENQUÊTES INSTANTANÉES SUR LES FLUX DE TRAFIC AOÛT 2019

Vous trouverez ci-dessous un résumé des graphiques des données météorologiques pour la période de mesure et quelques extraits des graphiques de la tendance du $Leq(A)$ pour certaines stations de mesure.

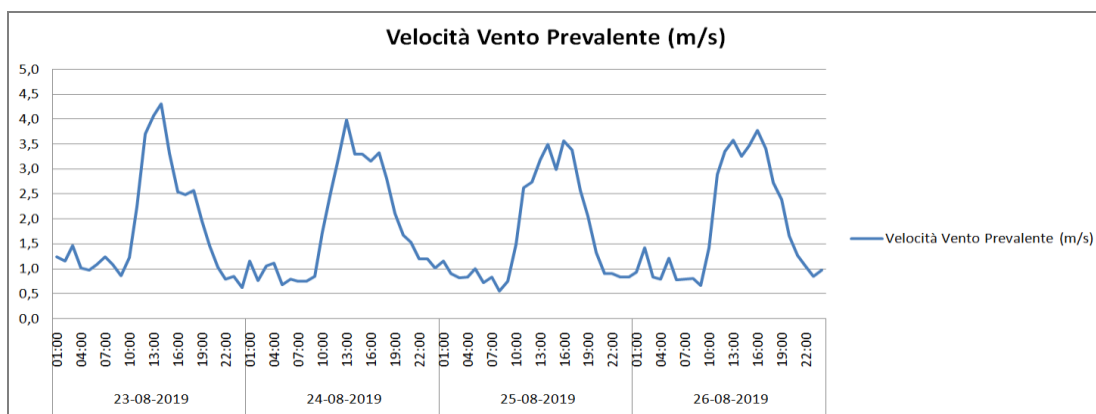


FIGURE 13: VITESSE DU VENT LES JOURS 23 À 26 AOÛT

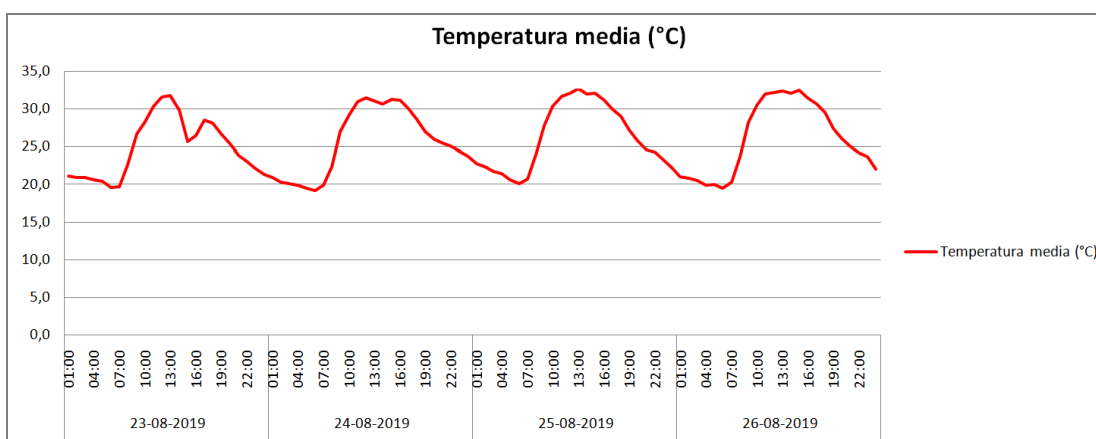


FIGURE 14: ÉVOLUTION DES TEMPÉRATURES DANS LES JOURS DU 23 AU 26 AOÛT

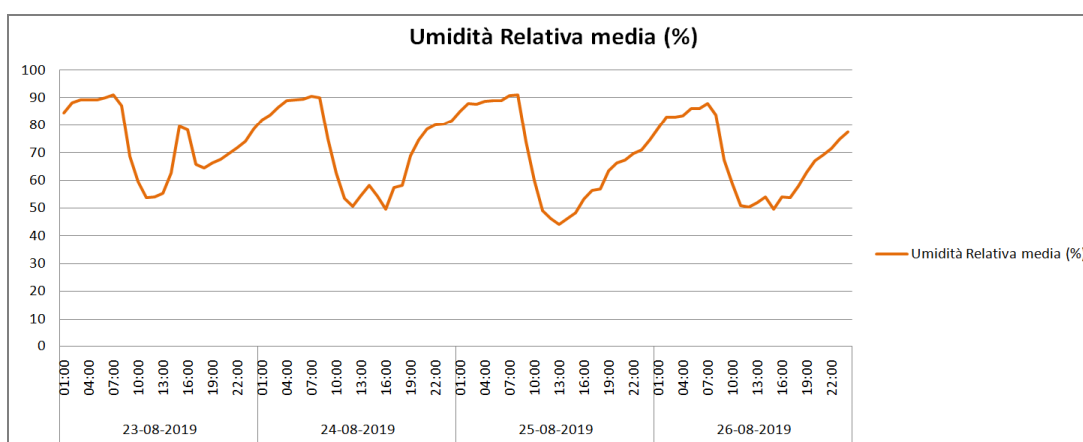


FIGURE 15: L'HUMIDITÉ PENDANT LES JOURNÉES DU 23 AU 26 AOÛT.

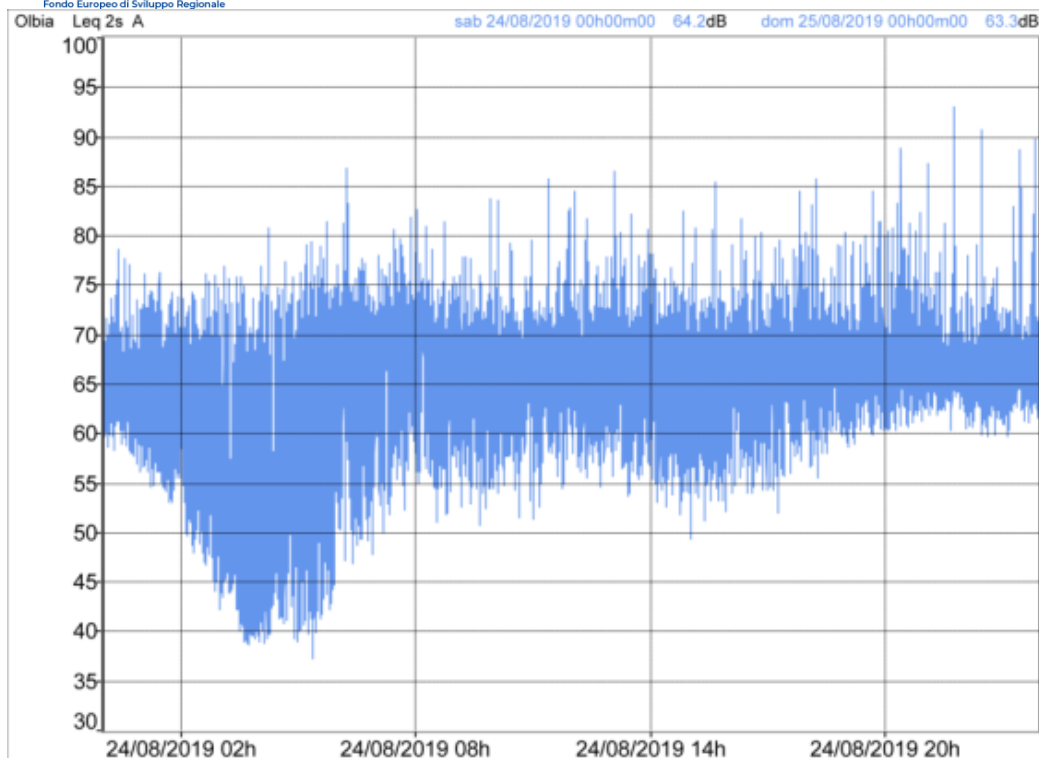


FIGURE 16: NIVEAU ÉQUIVALENT Leq(A) STATION DE SECOURS B 24.08.2019 -VIA PRINCIPE UMBERTO

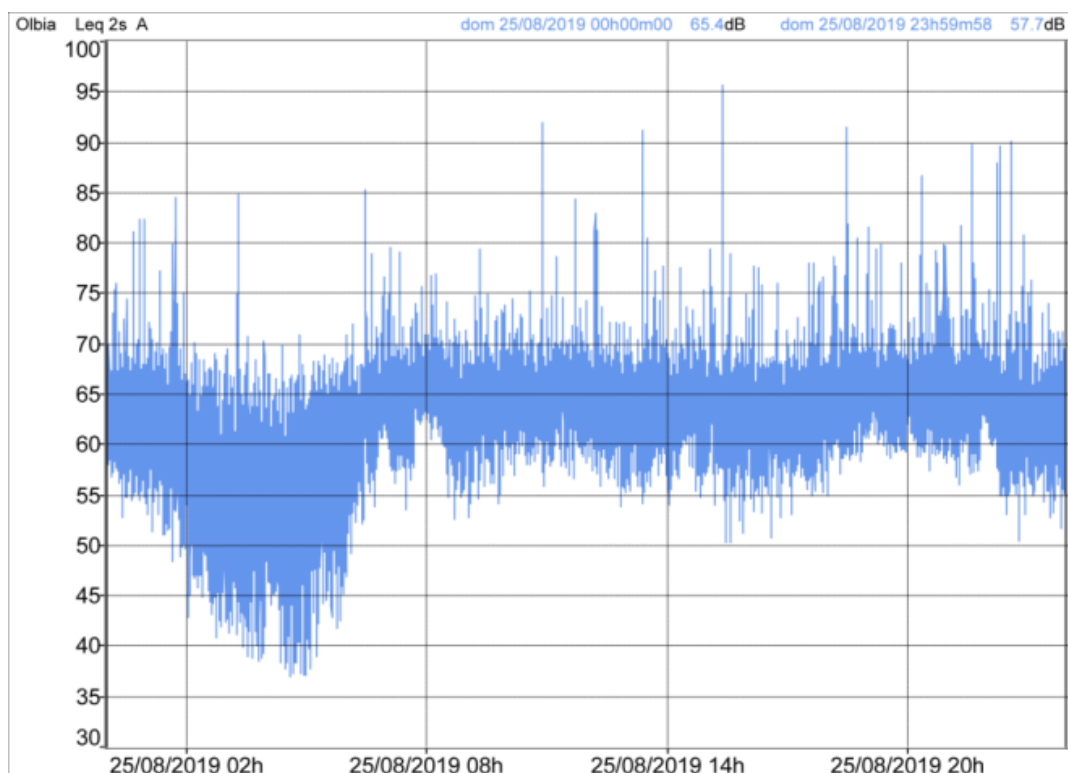


FIGURE 17: NIVEAU ÉQUIVALENT Leq(A) STATION DE SECOURS A 24.08.2019 -VIA PRINCIPE UMBERTO

3.1.5 Méthodes d'enquête sur les flux de trafic

Afin d'avoir une image aussi complète que possible des flux de trafic, les différentes sections dans lesquelles il convient de réaliser les enquêtes ont été identifiées sur la base des critères suivants:

- Section 1A: détecter les flux entrants dans le rond-point Sacro Cuore;
- Section 1B: détecter les flux entrants dans le passage souterrain de la route en direction du sud;
- Section 1C: détecter les flux sortant du passage souterrain de la route en direction du nord;
- Section 1D: détecter les flux à l'entrée et à la sortie de la zone portuaire;
- Section 1E: détecter les flux sortants au rond-point Sacro Cuore;
- Section 1F: détecter les flux entrant et sortant de la zone portuaire à partir du rond-point Sacro Cuore;
- Section 2A: détecter les flux de trafic dans la Via Principe Umberto
- Section 3A: détecter les flux de trafic dans la Via Genova;
- Section 3B: détecter les flux de trafic S.S.125 passage supérieur;
- Section 3C: détecter les flux de trafic à l'entrée et à la sortie du passage souterrain de la route.



FIGURE 18: SECTIONS D'ENQUÊTE SUR LES FLUX DE TRAFIC

Les activités de détection ont été réalisées en mode vidéo par acquisition d'images en continu sur une période de 72 heures. L'équipement permet de surveiller les deux sens de circulation en même temps. Le volume des flux de trafic a ensuite été détecté en déterminant le nombre de véhicules par sens de circulation pour chacune des classes suivantes:

- Classe 1 : véhicules de 0,00 m à 2,50 m de long
- Classe 2 : véhicules de 2,51 m à 4,50 m de long
- Classe 3 : véhicules d'une longueur comprise entre 4,51 m et 6,00 m
- Classe 4 : véhicules de 6,01 m à 7,50 m de long
- Classe 5 : véhicules de plus de 7,51 m de long

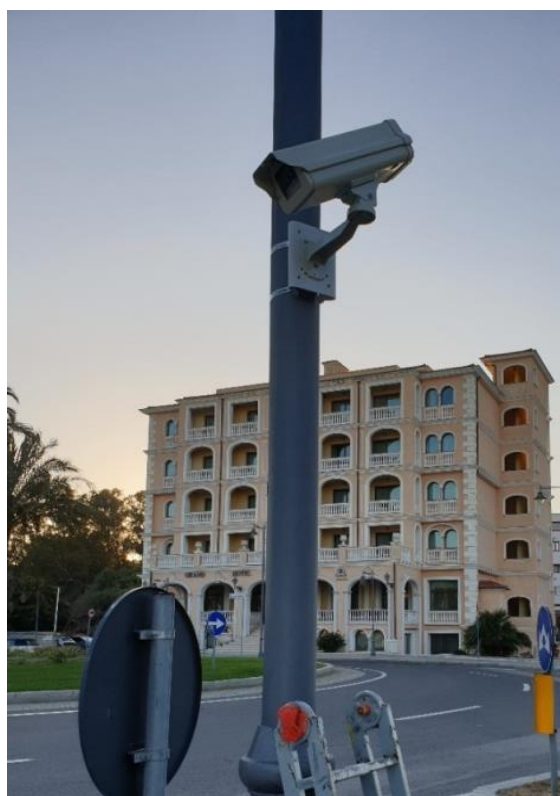


FIGURE 19: DISPOSITIF DE DÉTECTION DU TRAFIC DES VÉHICULES

Les relevés de circulation ont été synchronisés avec les relevés acoustiques en réglant l'heure de chaque détecteur avec le temps de référence automatique du système d'exploitation (horloge NTP/client) de l'ordinateur utilisé comme interface, puis en alignant le temps interne des sonomètres sur ce dernier.

3.1.6 Détections des flux de trafic ex ante pendant la période de faible affluence

Le rapport d'enquête contient, pour chaque section individuelle, le comptage des véhicules divisé par direction et par classe de véhicules se référant à la fois à l'intervalle horaire et, en détail, à la minute.

Voici, par exemple, le graphique à barres de la section 2A de l'enquête avec les contributions distinctes des différentes classes.

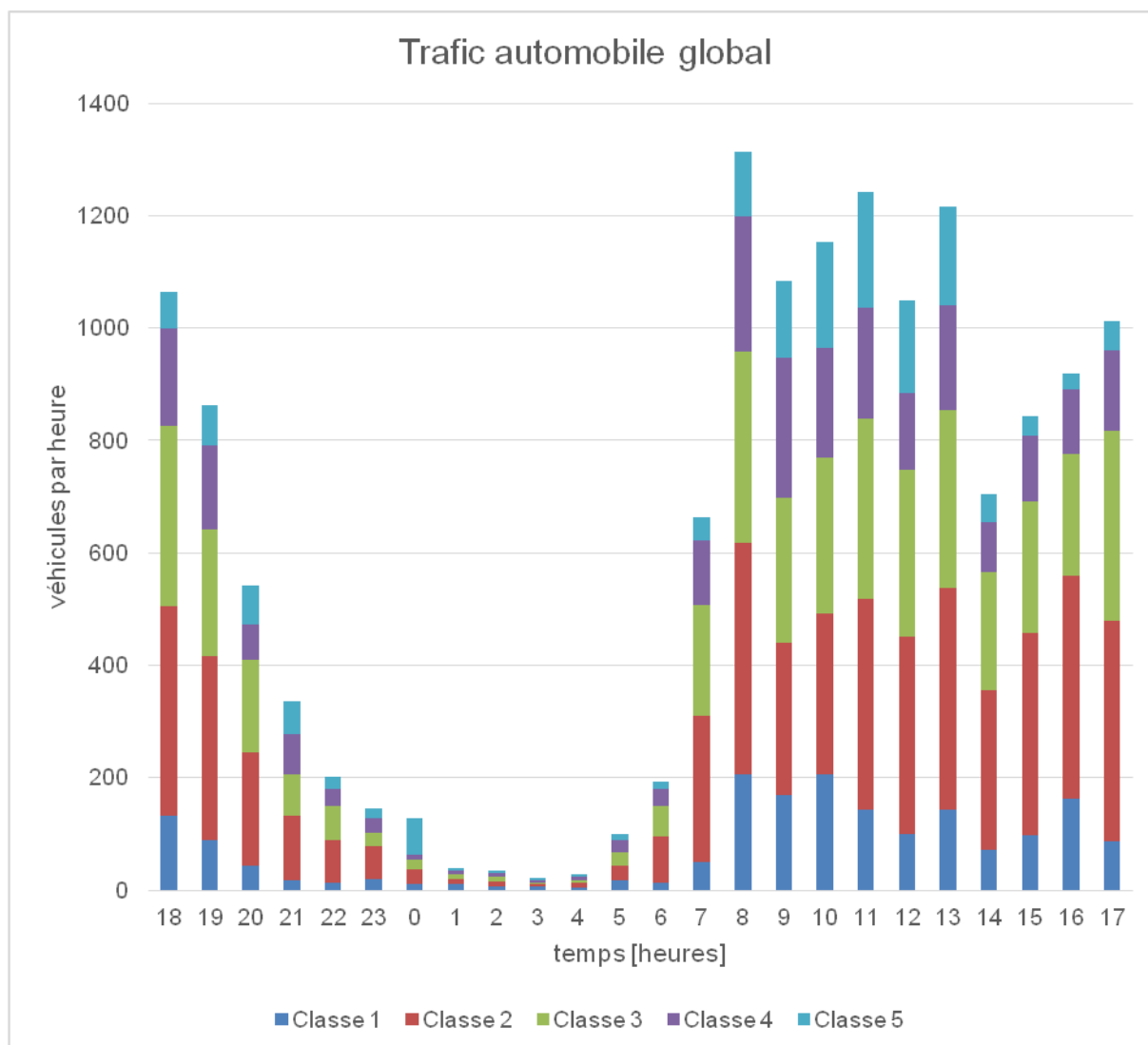


FIGURE 20: GRAPHIQUE GLOBAL CUMULÉ POUR LES DIFFÉRENTS TYPES DE VÉHICULES, DU 27 AU 28 MARS. POSITION VIA LE PRINCIPE UMBERTO.

3.1.7 Détections des flux de trafic ex ante en période de pointe

Les enquêtes ont été réalisées sur les mêmes tronçons routiers analysés pendant la période de faible affluence en mars 2019, afin d'avoir une image comparative des deux périodes et de la répartition différente des flux dans les créneaux horaires.

Les données ont été collectées avec un report des passages individuels par direction et par classe de véhicule selon le timeline complet de l'enquête.

Pour cette phase également, le rapport d'enquête contient, pour chaque section individuelle, le comptage des véhicules divisé par direction et par classe de longueur en fonction de l'intervalle de temps. Par rapport aux mesures de la période de faible affluence (pour laquelle les passages de véhicules étaient enregistrés toutes les minutes), en période de pointe, les passages de véhicules et leur vitesse instantanée étaient enregistrés toutes les secondes.

À titre d'exemple, le graphique à barres de la section 2A de l'enquête est présenté pour la même période et avec les contributions cumulées des différentes classes.

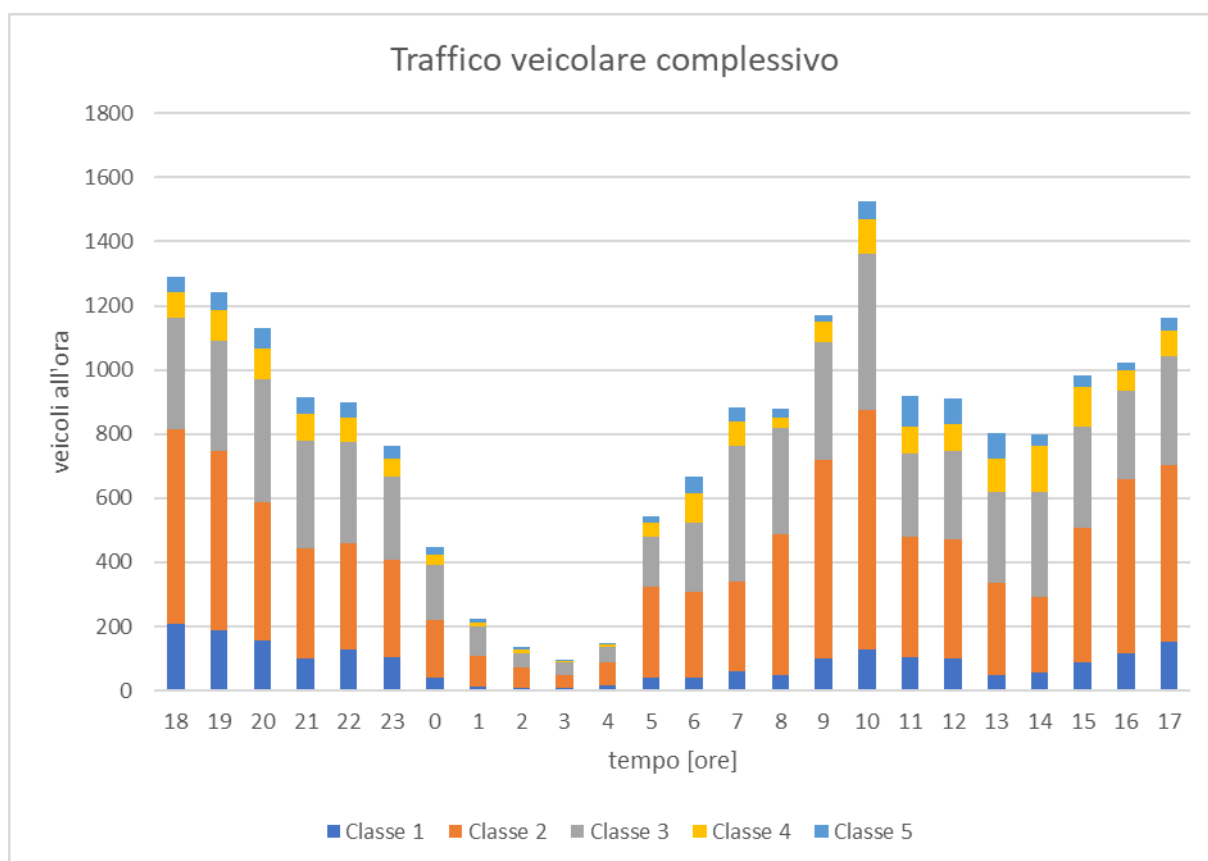


FIGURE 21 GRAPHIQUE GLOBAL CUMULÉ POUR LES DIFFÉRENTS TYPES DE VÉHICULES, DU 24 AU 25 Août. POSITION VIA PRINCIPE UMBERTO.

Sommario

1. PRÉMISSSE.....	3
2. ANALYSE ACOUSTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT	6
2.1 Rapport d'analyse acoustique.....	6
2.1.1 Introduction et articulation de l'étude.....	6
2.1.2 Analisi della legislazione vigente	6
2.1.3 Analyse acoustique préliminaire.....	9
3. LES ENQUÊTES SUR LE BRUIT ET LA CIRCULATION DES VÉHICULES	20
3.1 Base de données des mesures de bruit et de flux de trafic (Ex-Ante) en période de faible affluence et de pointe	20
3.1.1 Introduction	20
3.1.2 Comment sont effectuées les mesures phonométriques.....	21
3.1.3 Mesure du niveau sonore Ex-Ante (période de faible affluence) 22	
3.1.4 Enquêtes phonométriques ex ante (période de pointe)	24
3.1.5 Méthodes d'enquête sur les flux de trafic	28
3.1.6 Détections des flux de trafic ex ante pendant la période de faible affluence	30
3.1.7 Détections des flux de trafic ex ante en période de pointe	30