

## la sorgente "parcheggio" non è "standardizzata" da algoritmi normalizzati LA MODELLISTICA ACUSTICA DEI PARCHEGGI E L'ANALISI DI UN CASO CONCRETO

a cura di: Franco Bertellino

### Introduzione

La necessità di valutare l'impatto acustico di nuovi insediamenti produttivi, commerciali e ricreativi pone spesso in difficoltà il tecnico acustico in quanto fra tutte le sorgenti da modellizzare all'interno di un modello previsionale la sorgente "parcheggio" non è "standardizzata" da algoritmi normalizzati e dunque risulta estremamente difficoltoso poter introdurre un dato di potenza sonora per tale tipo di sorgente.

In questa memoria si vogliono offrire alcuni spunti per poter arrivare ad una ragionevole assegnazione del dato acustico di input in un modello per sorgenti di tipo parcheggio associabili a centri commerciali, ristoranti, discoteche ecc.

### Il concetto di emissione sonora di "area parcheggio"

Come sappiamo, il traffico veicolare rappresenta ad oggi il più rilevante fattore di inquinamento acustico nelle città, ed i parcheggi sono inevitabilmente connessi con la presenza di un parco auto circolante.

I parcheggi sono tuttavia concettualmente connessi con la struttura a cui essi fanno riferimento (un centro commerciale, un luogo ricreativo...) e dunque il loro contributo in termini di inquinamento acustico va separato dal quello del parco auto circolante sulle vie pubbliche: in tal senso il parcheggio costituisce spesso uno dei problemi maggiori di inquinamento acustico associati ai nuovi impianti oggetto di valutazione di impatto acustico, ed il tecnico acustico è chiamato a prevederne l'impatto in modo accurato.

L'emissione sonora associata al parcheggio di una vettura si può suddividere in più fasi, che generalmente sono: il percorso delle vie di accesso alle corsie di parcheggio, la ricerca del posto auto libero, l'operazione di parcheggio vera e propria, l'apertura e la chiusura della portiera.

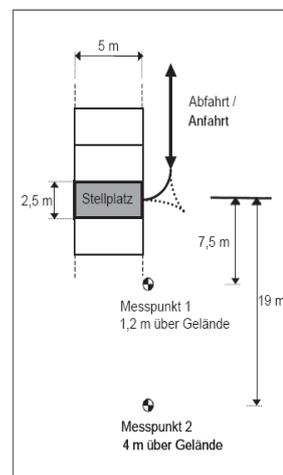


Figura 1 – il posto auto e la via di accesso

## NOR 140

L'ultimo nato di casa Norsonic



Caratteristiche  
 Analizzatore in tempo reale in 1/3 ottava o 1/1 ottava  
 Misura contemporanea livelli pesati "A" e "C" o "Z"  
 Misura in parallelo dei parametri SPL, Leq, Lmin, Lmax, LE, Lpeak  
 Registrazione audio in formato 8, 16 o 24 bit con campionamento a 12 kHz o 48 kHz.  
 Memoria estesa con uso di scheda SD  
 Interfaccia mediante collegamento veloce USB 2.0  
 Connettore Lemo 7 pin e ICP

Schermo retroilluminato ad alta risoluzione grafica  
 Oltre 120 dB di gamma dinamica  
 Rilevamento toni puri mediante avanzata analisi FFT  
 Generatore interno  
 Controllo misure a distanza  
 Misure con tecniche Swept-Sine

Segue pag.3

### Micro news

A cura della redazione web di microbel s.r.l.  
 Periodico di informazione tecnico-commerciale  
 Novità, normativa, prodotti nel mondo dell'acustica.

ABBONATI alla MICRONEWS  
 info@microbel.it

Ciascuna di queste operazioni dà luogo ad una emissione sonora che può essere identificata attraverso una analisi della storia temporale del segnale acustico.

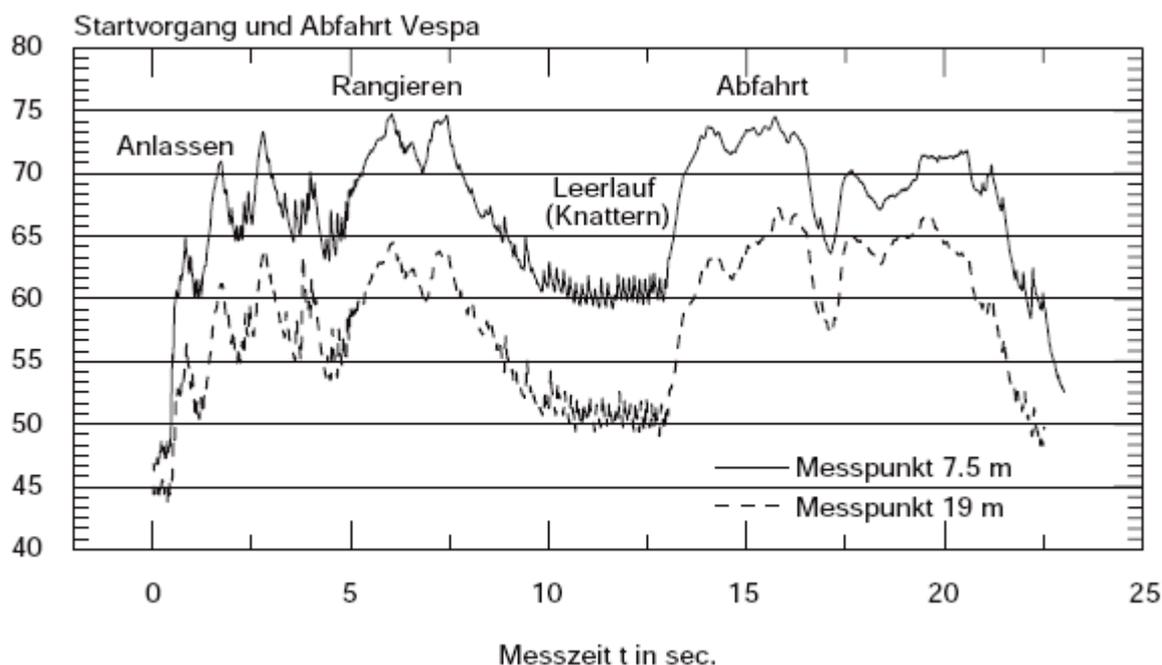


Figura 2 – la storia temporale di un movimento completo di parcheggio

A partire dalla storia temporale di un singolo movimento di parcheggio si risale alla emissione sonora in termini di potenza sonora distribuita su un'area.

Una prima distinzione a livello teorico va fatta distinguendo fra il concetto di operazione di parcheggio completa (che tiene cioè conto del contributo del singolo movimento di parcheggio relativo al singolo posto auto e del contributo delle vie di accesso al posto auto stesso nonché del traffico circolante nel parcheggio alla ricerca di un posto auto) e di operazione di parcheggio limitata al singolo parcheggio nel singolo posto auto, senza tener conto del contributo dovuto alle vie di accesso al posto auto e della ricerca del posto libero.

Nel primo caso si parla di “metodo integrato” (descritto dalla DIN 18005-2 del 1987) e nel secondo caso di “metodo separato” (in questo caso il contributo del traffico sulle vie di accesso e della ricerca di parcheggio viene comunque considerato, ma calcolato secondo uno standard diverso, che può essere uno dei metodi standardizzati per il traffico stradale – tipicamente RLS 90 in Germania e RVS 3.02 in Austria).



**Noise Mapping  
& Noise Prediction**

CRTN

*IMMI è un programma utilizzabile per i seguenti scopi:*  
 Valutazioni di impatto acustico ambientale di qualunque tipo in applicazione della Legge 447/95  
 Piani di risanamento acustico  
 Modellizzazione acustica di ambienti esterni ed interni, su piccola e grande scala (mappatura acustica strategica)  
 Ottimizzazione di barriere antirumore  
 Rumore industriale, stradale, ferroviario, navale, aeroportuale....

## Modellistica acustica dell'area parcheggio

Pur non esistendo algoritmi normalizzati a livello europeo o internazionale relativamente alla sorgente "parcheggio" esistono tuttavia riferimenti importanti a livello nazionale.

In particolare, la Germania – e più ancora la Regione Federale della Baviera – ha sviluppato da tempo alcuni algoritmi che sono particolarmente utili per caratterizzare acusticamente in via previsionale i parcheggi di centri commerciali, discoteche, ristoranti... così come parcheggi sotterranei o multipiano.

Le norme di interesse sono, nello specifico, la RLS 90 (1990) e la DIN 18005-2 (1987), ma ancor più, per la completezza, lo studio della Regione Federale Bavarese dedicato interamente ai parcheggi e pubblicato nel 2007, a cui si farà riferimento nel seguito.

Allo scopo di poter individuare una procedura efficace per prevedere in modo corretto l'emissione sonora di parcheggi si svariati tipi si è scelto di eseguire campagne di misura su diverse tipologie di parcheggi (ristoranti, centri commerciali, discoteche, ...) aventi diverse dimensioni e in situazioni urbane diverse (in città, fuori città...).

Il risultato di questa campagna di misure svoltesi nel corso di anni (dal 1984 al 2005) è stato di poter dedurre relazioni empiriche in grado di permettere una previsione del livello sonoro emesso dalle diverse tipologie di parcheggi individuati, utilizzando una parametrizzazione di base e fattori correttivi dipendenti dalle svariate differenze individuate come significative.

Il parametro principale che caratterizza l'emissione sonora di un parcheggio è il numero di movimenti veicolari  $N$  nell'unità di tempo (l'ora) e relativa all'unità di riferimento  $B_0$  (si tenga conto che l'operazione completa di parcheggio di un veicolo, da questo punto di vista, consiste di due movimenti veicolari).

Questo parametro, definito come  $N/B_0h$ , è dunque il parametro fondamentale per caratterizzare l'emissione sonora di una tipologia di parcheggio.

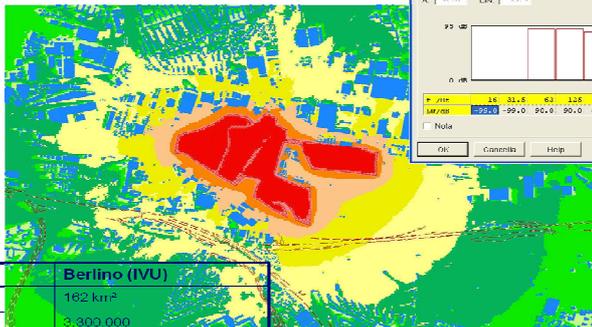
L'unità di riferimento  $B$  è talvolta il numero stesso di posti auto del parcheggio, ma più spesso risulta significativo scegliere un parametro correlato con le caratteristiche del tipo di parcheggio.

Per ottenere l'emissione sonora di un parcheggio dovremo dunque conoscere la tipologia del parcheggio (a servizio di un ristorante, una discoteca, un supermercato...), il parametro che caratterizza il servizio (la superficie di vendita netta del ristorante, della discoteca, del supermercato), la collocazione urbanistica (in città, fuori città...).

Se consideriamo, ad esempio, un parcheggio di un ristorante, l'unità di riferimento  $B_0$  per dimensionare l'emissione sonora sarà legata alla superficie netta (ossia al netto di locali di servizio) occupata dal ristorante, mentre per un supermercato l'unità di riferimento sarà l'area netta di vendita.

# IMMI

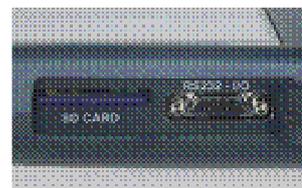
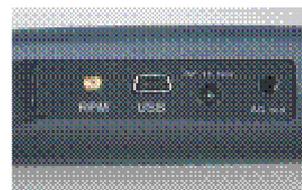
## Rumore Industriale



Progetto:	Berlino (IVU)
Area:	182 km <sup>2</sup>
Abitanti:	3.300.000
Numero di Impianti:	32
Edifici:	209.000

# nor140

## FONOMETRO



### Di semplice utilizzo

Il display grande retroilluminato con effetto specchio è eccellente per la lettura alla luce del sole. La retroilluminazione è necessaria unicamente in ambienti bui.

Lo strumento è progettato per essere utilizzato dalla stessa mano che lo tiene. I tasti assicurano un feedback tattile all'utente. La copertura in gomma antipolvere e spruzzoprotettori e la card SD assieme al rivestimento ad alto attrito sulla parte posteriore garantiscono all'utente comodità ed una presa ottimale. Una gamma di impostazioni di fabbrica assieme alla possibilità da parte dell'utente di creare le proprie impostazioni minimizzano il rischio di eventuali errori nella preparazione dello strumento prima di una misura.

Tipologia di area parcheggio	Unità B <sub>0</sub> della quantità di riferimento B	N = movimenti / (B <sub>0</sub> h)		
		Periodo diurno 6.00 – 22.00	Periodo notturno 22.00 – 6.00	Ora notturna più rumorosa
<b>Aree parcheggio di interscambio (P + R)</b>				
Area parcheggio P + R in prossimità della città, parcheggio libero (distanza della città dalla stazione ferroviaria più vicina < 20 km)	1 posto auto	0.30	0.06	0.16
Area parcheggio P + R in prossimità della città, parcheggio libero (distanza della città dalla stazione ferroviaria più vicina > 20 km)	1 posto auto	0.30	0.10	0.50
<b>Stazione di rifornimento e autogrill</b>				
<b>Zona di rifornimento</b>				
Auto	-	40	15	30
Camion	-	10	6	15
<b>Autogrill</b>				
Auto	1 posto auto	3.50	0.70	1.40
Camion	1 posto auto	1.50	0.50	1.20
<b>Aree residenziali</b>				
Parcheggio sotterraneo	1 posto auto	0.15	0.02	0.09
Parcheggio all'aperto	1 posto auto	0.40	0.05	0.15
<b>Discoteche</b>				
Discoteca	1 m <sup>2</sup> area netta sala ristorante	0.02	0.30	0.60
<b>Supermercato</b>				
Piccolo mercato (area di vendita < 5000 mq)	1 m <sup>2</sup> area netta di vendita	0.10	-	-
Supermercato (area di vendita > 5000 mq)	1 m <sup>2</sup> area netta di vendita	0.07	-	-
Hard discount	1 m <sup>2</sup> area netta di vendita	0.17	-	-
Parcheggio di centri per elettronica di consumo	1 m <sup>2</sup> area netta di vendita	0.07	-	-
Parcheggio di centri per bricolage e mobili	1 m <sup>2</sup> area netta di vendita	0.04	-	-
<b>Ristorante</b>				
Ristorante in città	1 m <sup>2</sup> area netta sala ristorante	0.07	0.02	0.09
Ristorante in paese di campagna	1 m <sup>2</sup> area netta sala ristorante	0.12	0.03	0.12
Ristorante turistico	1 m <sup>2</sup> area netta sala ristorante	0.10	0.01	0.09
Ristorante per pasti veloci di lavoro, con self service	1 m <sup>2</sup> area netta sala ristorante	0.40	0.15	0.60
<b>Drive in</b>				
Drive in	-	40	6	36
<b>Hotel</b>				
Hotel con meno di 100 posti letto	1 letto	0.11	0.02	0.09
Hotel con più di 100 posti letto	1 letto	0.07	0.01	0.06
<b>Area parcheggio o parcheggio multipiano in area urbana, comodo al centro</b>				
Area parcheggio a pagamento	1 posto auto	1	0.03	0.16
Parcheggio multipiano, a pagamento	1 posto auto	0.50	0.01	0.04

Figura 3 – numero di movimenti orari associati alle diverse tipologie di parcheggio

In aggiunta ai livelli di emissione determinati sulla base dei movimenti orari sono stati determinati dei fattori addizionali dovuti a precise sottospesie di parcheggio che sono riportati nella seguente tabella.

In sostanza, si tratta di fattori ( $K_{PA}$  e  $K_I$ ) che sono stati riconosciuti determinanti e che possono sensibilmente influenzare l'emissione sonora (un parcheggio di un ristorante è più "rumoroso" di un parcheggio standard, ma il parcheggio di una discoteca è a sua volta più rumoroso di un parcheggio di un ristorante).

Il fattore  $K_{PA}$  è legato essenzialmente alla tipologia di parcheggio, mentre il fattore  $K_I$  è legato alla caratteristica impulsiva: in ogni caso, come per quanto detto sopra, si tratta sempre di fattori derivati empiricamente osservando numerosissimi parcheggi e identificando i parametri diversificanti.

Tabella 2 – Fattori correttivi per tipologia di parcheggio

Tipologia di parcheggio	Fattori correttivi in dBA	
	$K_{PA}$	$K_I$
<b>Aree di parcheggio per auto</b>		
Parcheggi di interscambio (P + R); Aree di parcheggio in prossimità di aree residenziali; Aree di parcheggio per lavoratori o visitatori; Aree di parcheggio suburbane.	0	4
Aree di parcheggio in prossimità di centri commerciali: Carrelli standard su asfalto	3 5	4 4
Aree di parcheggio in prossimità di centri commerciali: Carrelli a basso rumore su asfalto	3 3	4 4
Carrelli a basso rumore su pavimentazione sconnessa	4	4
Aree parcheggio di discoteche (con rumore di autoradio e conversazioni)	3	4
Aree parcheggio di ristoranti	4	4
Aree parcheggio di fast-food		
<b>Fermate urbane dei pulmann</b>		
Pulmann con motore diesel	10	4
Pulmann a gas naturale	7	3
<b>Aree parcheggio per TIR</b>	14	3
<b>Aree parcheggio per motoveicoli</b>	3	4



E' interessante osservare come il fattore  $K_{PI}$  sia importante in prossimità del parcheggio, mentre esso tende a ridurre il proprio apporto a distanza dal parcheggio.

### 3.1 Modello del parcheggio generico – metodo integrato

Dalle considerazioni empiriche si ricava, per un parcheggio generico, la seguente relazione, che definisce la *densità di potenza sonora* di un generico parcheggio (metodo integrato):

$$(1) \quad L_w'' = L_{w0} + K_{PA} + K_I + K_D + K_{stro} + 10 \log (B N) - 10 \log (S/S_0) \quad \text{dBA}$$

dove i diversi parametri hanno i seguenti significati:

$L_w''$  densità di potenza sonora (potenza sonora riferita all'area), in dBA/m<sup>2</sup>

$L_{w0}$  potenza sonora associata ad un singolo movimento orario in un parcheggio P + R

$K_{PA}$  fattore correttivo distinto per tipologia di parcheggio (vedi Tab. 2)

$K_I$  fattore correttivo attribuibile all'impulsività, distinto per tipologia di parcheggio (vedi Tab. 2)

$K_D$  fattore aggiuntivo dovuto al traffico passante e al contributo dovuto alla ricerca del posto auto. Tale fattore vale 0 nel caso di parcheggi piccoli

$K_{stro}$  fattore correttivo dovuto al tipo di pavimentazione stradale del parcheggio

$B$  quantità di riferimento (parametro che dipende dalla tipologia di parcheggio e può esprimere il numero di posti auto, la superficie di vendita netta di un supermercato, la superficie di un ristorante...)

$N$  frequenza di movimento (movimenti veicoli per unità di quantità di riferimento B e per ora)

$S$  superficie totale del parcheggio

$S_0$  superficie unitaria

### 3.2 Modello del parcheggio generico – metodo separato

Se invece del metodo integrato si preferisce il metodo separato (che dunque non tiene conto del contributo del traffico passante e della ricerca del posto auto) la relazione si modifica nella seguente:

$$(2) \quad L_w'' = L_{w0} + K_{PA} + K_I + 10 \log (B N) - 10 \log (S/S_0) \quad \text{dBA}$$

# IMMI

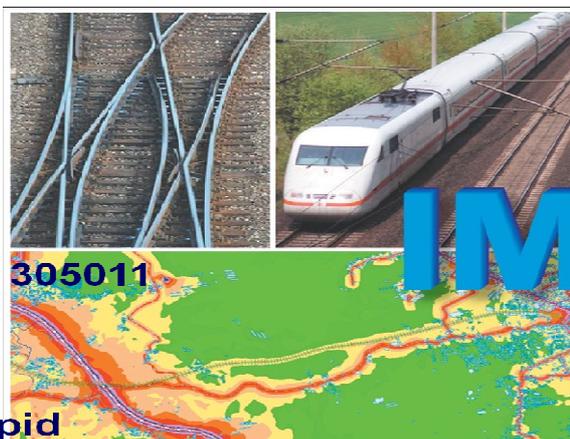
## Metodi di calcolo del rumore ferroviario

Schall 03

VBUSCH

ON-Regel 305011

Transrapid



SRM 2

CRN

# IMMI

Semibel

TemaNord 1996:524

### Modello del parcheggio sotterraneo

Per questo tipo di parcheggio è fondamentale la distinzione fra parcheggio con rampa di accesso inclusa (parcheggio sotterraneo “chiuso”) e rampa di accesso all’aperto (parcheggio sotterraneo “aperto”).

Nel caso in cui la rampa di accesso sia all’aperto la relazione individuata per modellizzare il traffico in entrata/uscita deve essere calcolata utilizzando la normativa tedesca RLS90 (impostando una velocità standard di 30 km/h), con la seguente variante:

$$(3) \quad L_w'', 1h = L_{m,E} + 19 \quad \text{dBA}$$



Figura 4 – un parcheggio sotterraneo con rampa all’aperto

Nel caso, invece, di rampe di accesso incluse nel parcheggio/garage la relazione da utilizzare si modifica in:

$$(4) \quad L_w'', 1h = 50 \text{ dBA} + 10 \log(B N) \quad \text{dBA}$$

#### 3.4 Passaggio su un tombino per la pioggia

Se il tombino/scolo per la pioggia non ha particolari accorgimenti per evitare il rumore si può considerare che il passaggio sopra di esso produca un rumore impulsivo, che si aggiunge al traffico in ingresso/uscita dal parcheggio. Si danno i due casi: rampa “aperta” e rampa “chiusa”:

$$(5) \quad L_{wTeq}, 1h = 72 \text{ dBA} + 10 \log(B N) \quad \text{dBA}$$

per la rampa all’aperto, con lo scolo al fondo della rampa e

$$(6) \quad L_{wTeq}, 1h = 63 \text{ dBA} + 10 \log(B N) \quad \text{dBA}$$

per la rampa al chiuso, con lo scolo al di fuori della rampa.

#### 3.5 Chiusura e apertura del garage

E’ piuttosto difficile fornire un approccio valido universalmente. Tuttavia, se si considera una saracinesca del garage non insonorizzata si possono dare le seguenti relazioni per una sorgente puntiforme posta in corrispondenza della saracinesca:

$$(7) \quad L_{wTeq}, 1h = 69 \text{ dBA} + 10 \log(2 B N) \quad \text{dBA}$$

dove  $B N$  rappresenta il numero di aperture/chiusure del garage in un’ora.

## Modello del parcheggio multipiano

Il modello di un parcheggio multipiano si deve realizzare attraverso i seguenti passaggi:

- determinazione dell'emissione sonora dovuta al singolo piano secondo le procedure descritte precedentemente
- determinazione del livello sonoro interno a ciascun piano in accordo con la normativa VDI 2571 (norma ingegneristica tedesca dal titolo "Emissione sonora da parte di edifici industriali")
- determinazione della potenza sonora emessa da ogni piano in accordo con la normativa VDI 2571
- calcolo della propagazione sonora secondo la ISO 9613-2

Il primo passo, ossia la determinazione dell'emissione sonora dovuta al singolo piano avviene conoscendo il numero di posti auto e la frequenza di movimento, oltre che la tipologia di parcheggio.

Il secondo passo consiste nel calcolo del livello sonoro interno ad ogni piano, da effettuarsi secondo le seguenti relazioni semplificate.

$$(8) \quad L_I = L_W + 14 + 10 \log(T/V) = L_W + 14 + 10 \log(0,16/A) \quad \text{dBA}$$

dove  $L_I$  = livello sonoro interno, in dBA;  $L_W$  = livello di potenza sonora, in dBA; T = tempo di riverberazione; A = assorbimento equivalente;

Il terzo passo consiste nel calcolo della potenza sonora emessa da ogni piano, da effettuarsi secondo le seguenti relazioni semplificate:

$$(9) \quad L_{WA} = L_I - R'w - 4 + 10 \log(S/S_0) \quad \text{dBA}$$

dove  $R'w$  = indice di isolamento acustico del componente, S = area emittente

Il quarto passo si esegue attraverso le consuete relazioni di propagazione in esterno implementate dalla ISO 9613-2.

# promozione



## Esempio applicativo

E' stata eseguita una verifica del metodo sopra descritto utilizzando il modello previsionale IMMI, che implementa esattamente tutte le varianti dei parcheggi.

### 4.1 Caso 1: parcheggio di un nuovo centro commerciale di grandi dimensioni in periferia di una grande città

Viene modellizzato un parcheggio del nuovo centro commerciale IKEA che è in corso di realizzazione a Torino.

Il parcheggio posto di fronte al supermercato presenta 493 posti auto.

**Step 1: viene individuata l'area ed il suo contesto ambientale tramite GOOGLE EARTH**

**IMMI può importare direttamente da GOOGLE EARTH la mappa georeferenziata!**



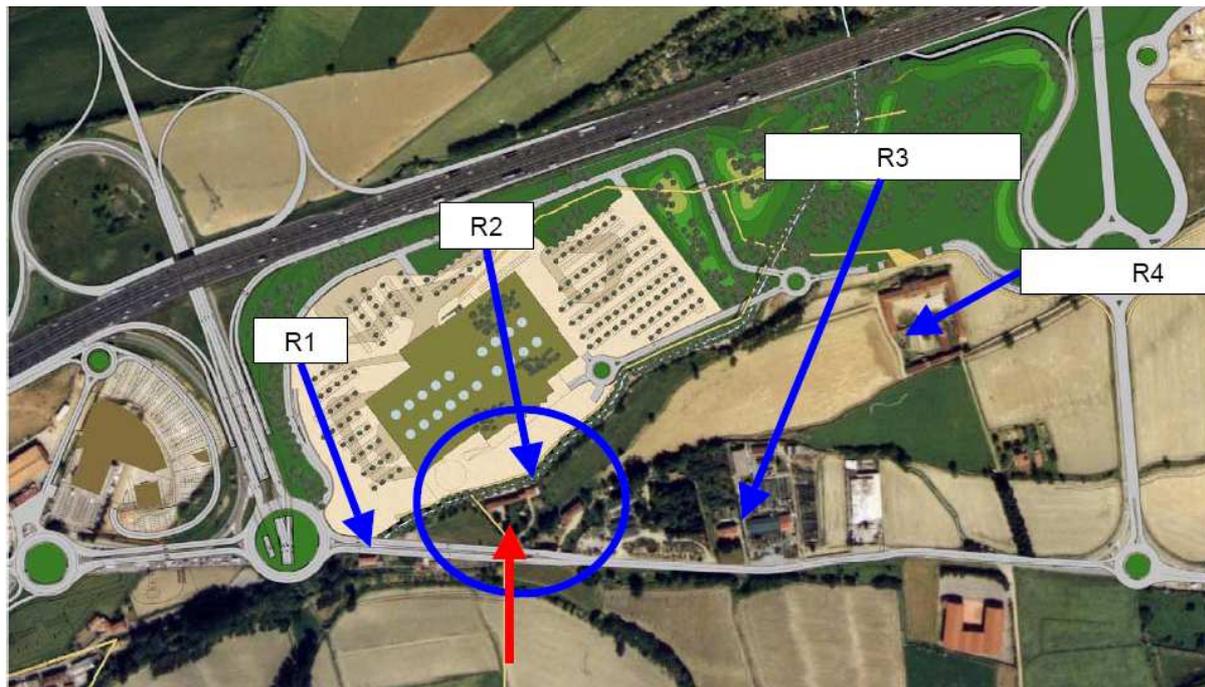
**Step 2: dopo avere individuato l'area georeferenziata occorre stabilire qual è la situazione ANTE OPERAM**



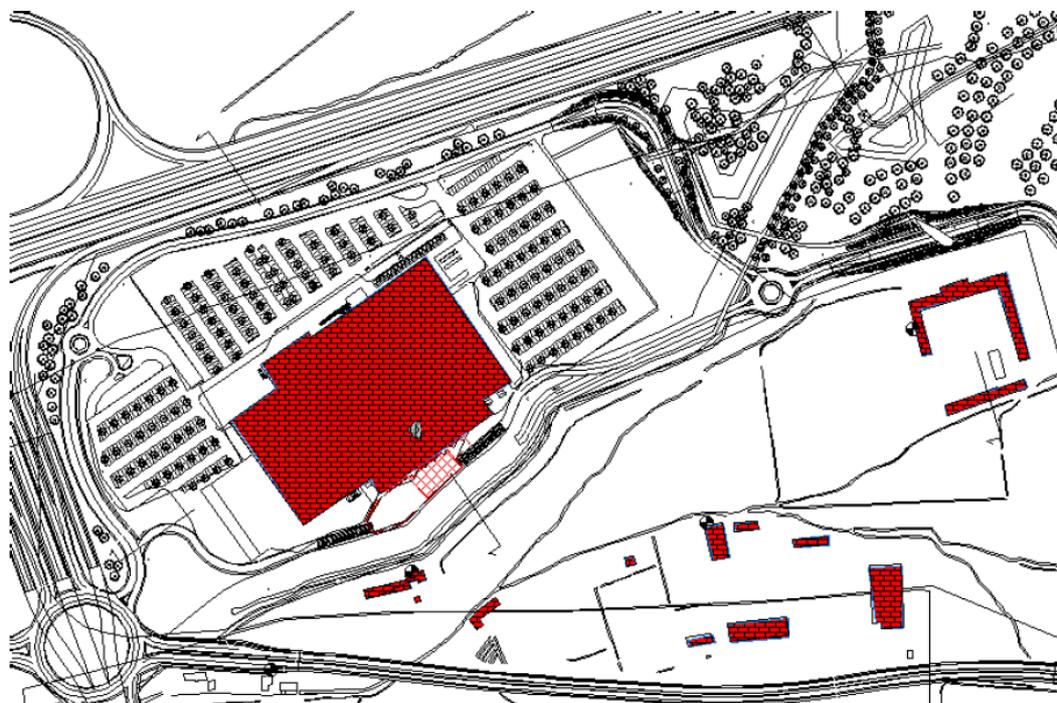
**Step 3: successivamente, sulla base del progetto, occorre stabilire quale sarà la situazione POST OPERAM (nuova viabilità, nuovi edifici...)**



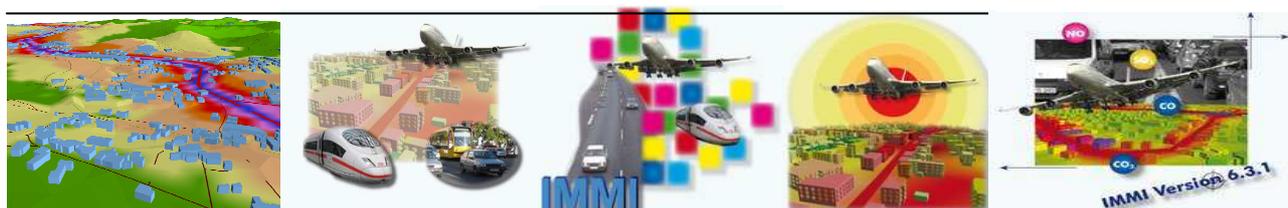
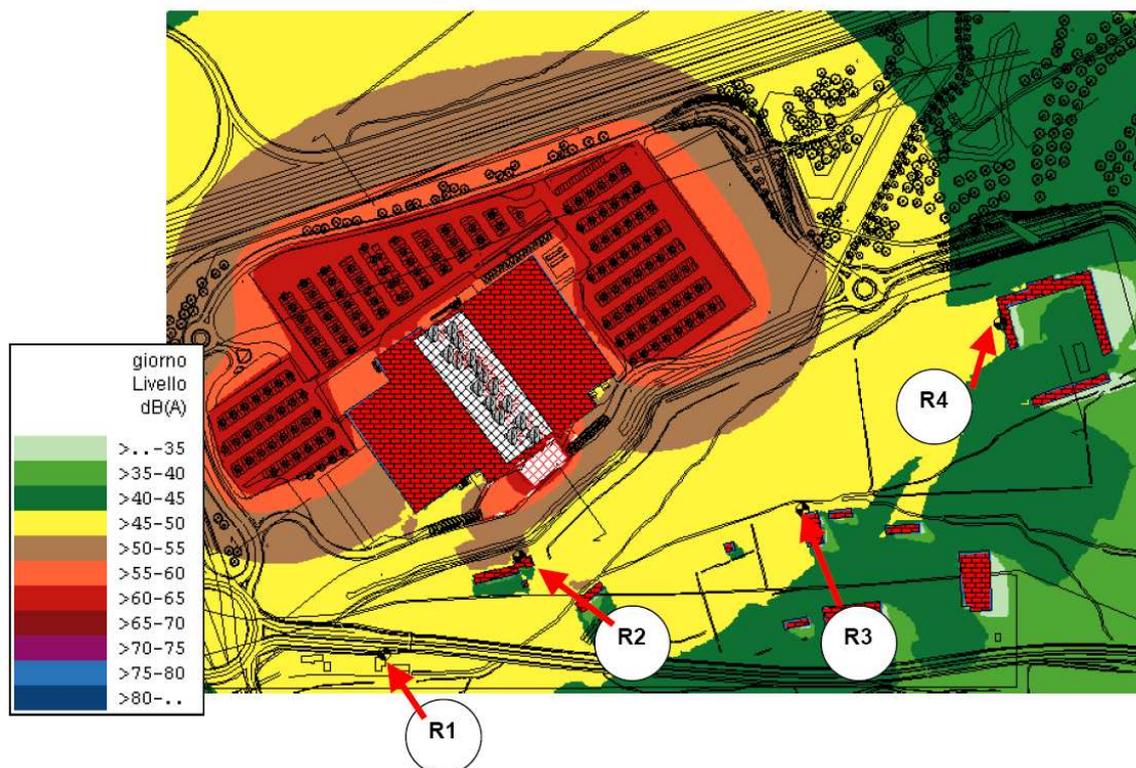
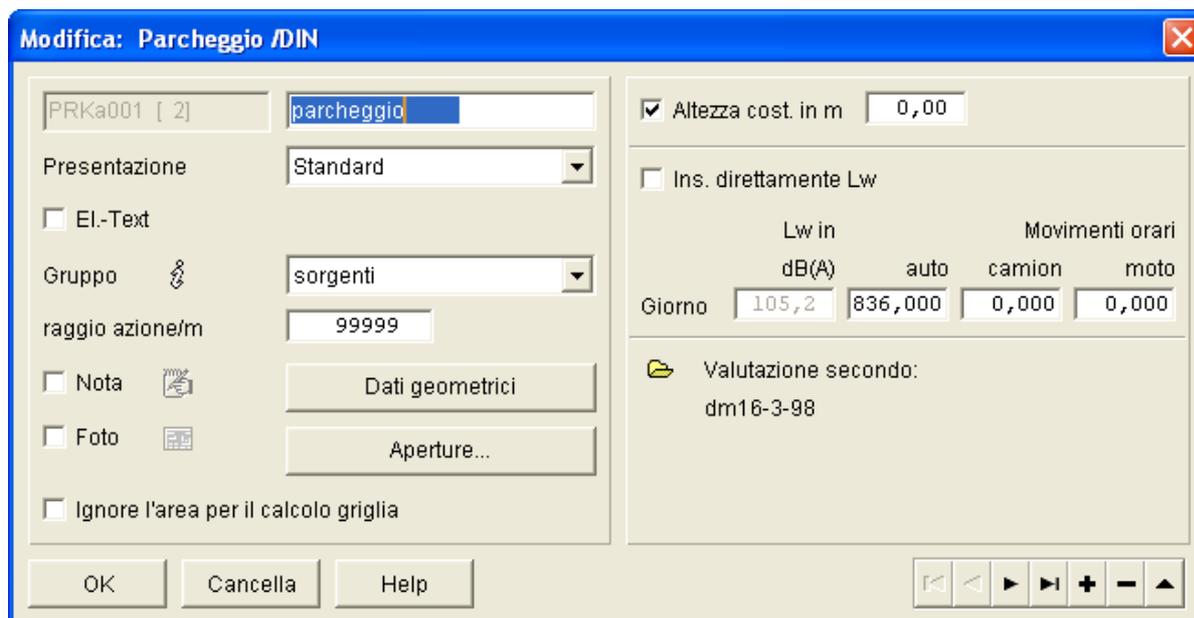
**Step 4:** occorre concentrare l'attenzione per capire quali saranno gli effetti sui ricettori sensibili: in questo caso vengono identificati 3 nuclei di ricettori



**Step 5:** si procede alla costruzione del modello con IMMI, modellizzando l'altimetri del terreno, gli edifici, la posizione dei ricettori. Molto importante, a questo punto, definire correttamente le sorgenti sonore, che saranno impianti in copertura ( di cui occorre avere dati di potenza sonora), le baie di carico/scarico dei mezzi pesanti che riforniscono il centro, il parcheggio che circonda su tre lati il centro.



**Step 6: il parcheggio viene modellizzato utilizzando due diversi approcci normativi, la DIN 18005 e lo studio parcheggi della Baviera PLS 2007, entrambi presenti in IMMI. In tal modo è possibile anche apprezzare le differenze fra due diversi approcci (il primo più semplice, il secondo più completo).**



**Modifica: Studio rumore parche**

PRKL001 [ 1 ]    parcheggio

Presentazione    Standard

El.-Text

Gruppo    sorgenti

raggio azione/m    99999

Nota    Dati geometrici

Foto    Aperture...

Ignore l'area per il calcolo griglia

Altezza cost. in m    0,00

Settaggio globale  
PLS 2003 | ISO 9613

Lw Input diretto

Caso normale (composto)

Parcheggio supermercato (P)

Kpa /dB    5,0    Ki /dB    5,0

Asfalto liscio

2500    ng    1568

Lw /dB(A)    N

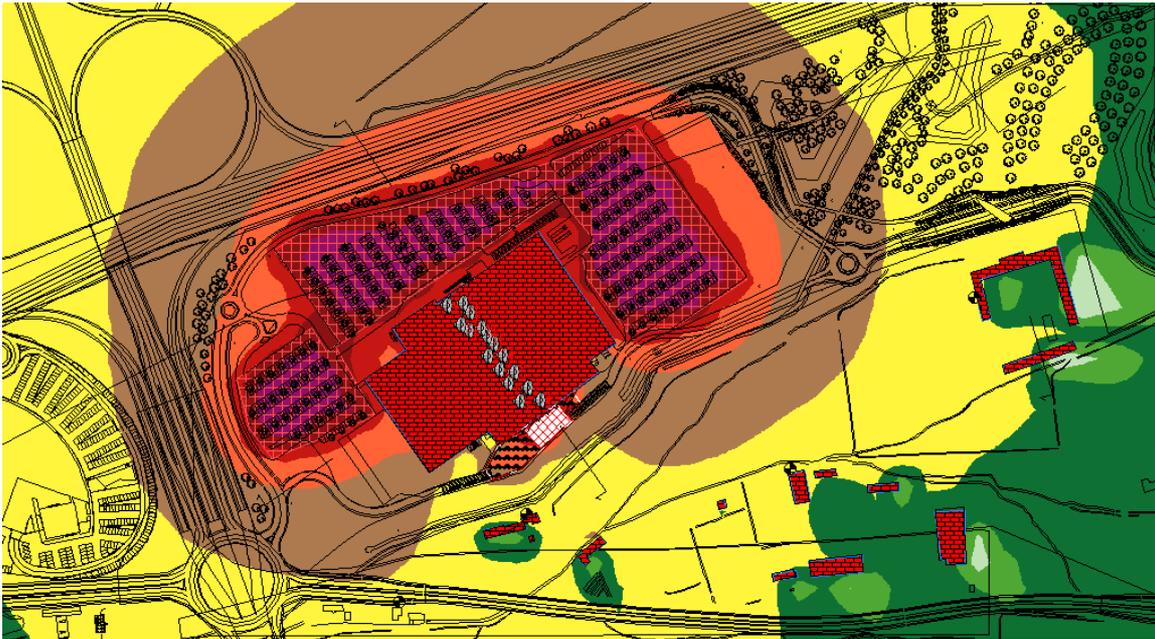
Giorno    111,5    0,00

Valutazione secondo:  
dm16-3-98

OK    Cancella    Help

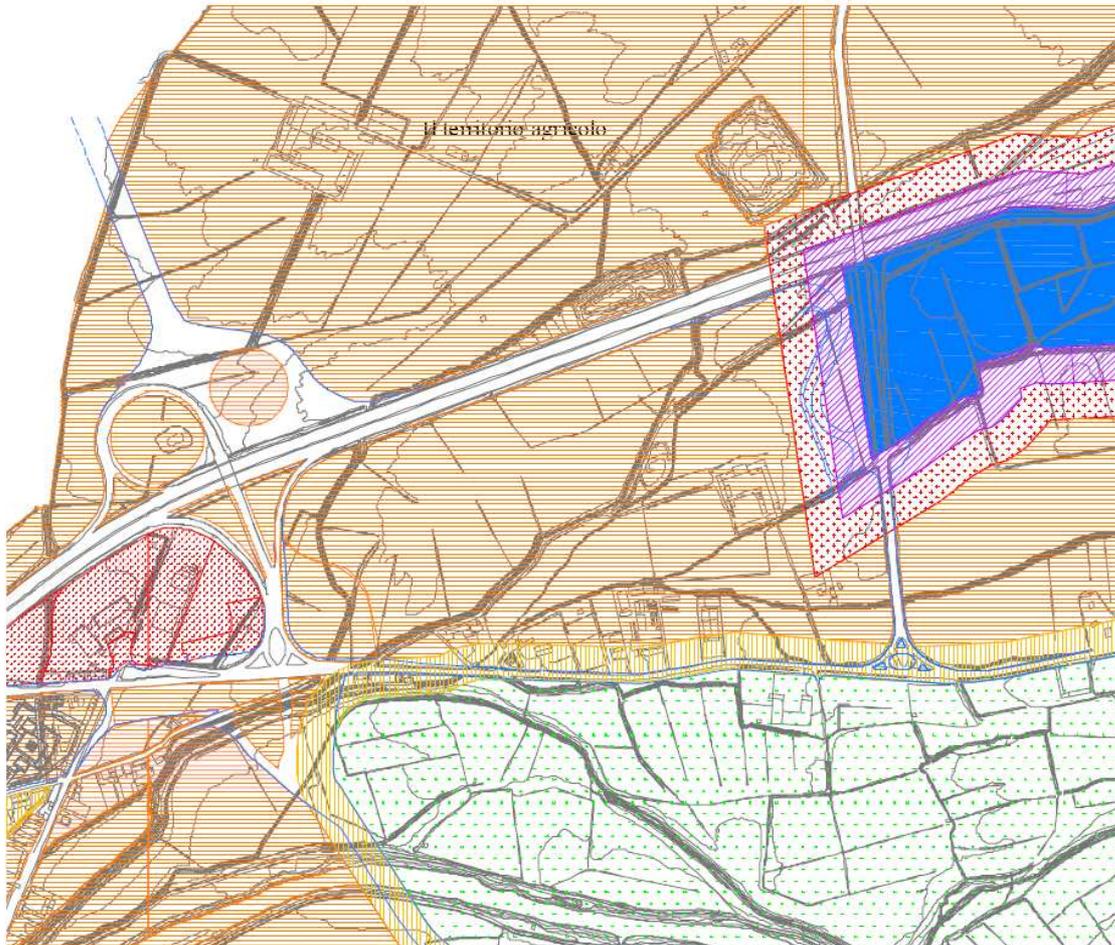
Area vendita IKEA

Numero slot auto



**Step 7:**

come ultimo passo si analizza la zonizzazione acustica dell'area, per verificare se i limiti sono rispettati.

**5. Bibliografia**

[1] DIN 18005-2 Ausgabe: 1991-09, Schallschutz im Städtebau; Lärmkarten; Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen

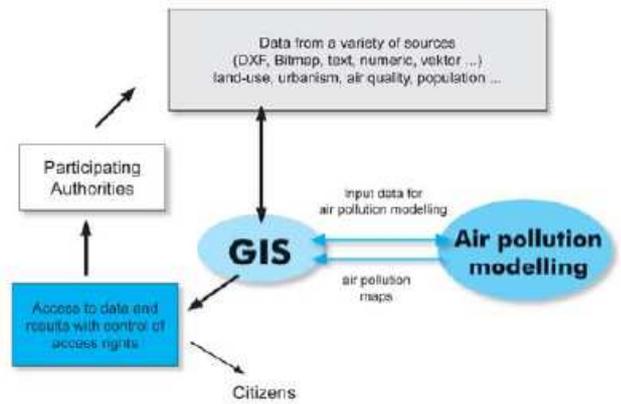
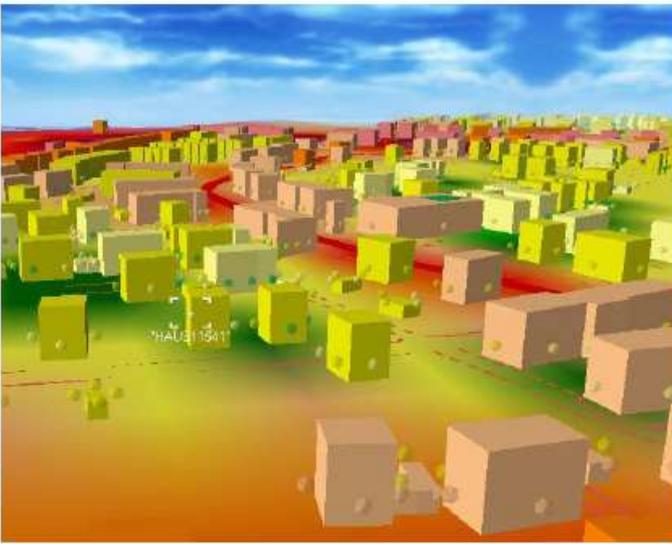
[2] Bayerische Landesamt für Umwelt – Parking Area Noise – ed. 6

[3] RLS 90 Richtlinie für den Lärmschutz an Strassen

**Micro news**

A cura della redazione web di microbel s.r.l.  
Periodico di informazione tecnico-commerciale  
Novità, normativa, prodotti nel mondo dell'acustica.

ABBONATI alla MICRONEWS [info@microbel.it](mailto:info@microbel.it)



*promozione*



**Demo-CD  
available:  
please call for  
your copy**



engineering  
acoustical  
software



10098 Rivoli (TO) Corso Primo Levi, 23/B tel. 011.953.75.64 fax 011.955.77.38  
<http://www.microbel.it> info@microbel.it

Norsonic



# PROMOZIONE

## acustica edilizia e ambientale

Kit



ambientale



Sorgenti normalizzate



Mi 140



Software previsionale in acustica edilizia

**Risultati calcolo - Isolamento per via aerea**

Parametro	R <sub>w</sub>	ΔR <sub>w</sub>	n <sub>s</sub>	R <sub>w</sub>	n <sub>s</sub>
OP	5,7	0	0	59	52,4
OP	5,7	21	45	80,7	4,2
OP	5,7	21	45	83,7	2,1
OP	5,7	21	45	82	3,1
OP	5,7	21	45	82	3,1
OP	5,7	21	45	80,7	4,2
OP	5,7	21	45	80,7	4,2
OP	5,7	21	45	83,7	2,1
OP	5,7	21	45	82	3,1
OP	5,7	21	45	82	3,1
OP	5,7	21	45	82	3,1

**R<sub>w</sub> = 67 dB**  
(secondo EN 12354-1)

Verifica DPCM 5/12/97  
 Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili  
 Valore richiesto: >> 50 dB **VERIFICATO**

Software previsionale per il calcolo acustico di edifici e di elementi di edifici

offerta valida fino al 30 novembre 2008

