

مزرعة رياح الخالدي بقدرة 120 ميغا واط

تقييم أثر الضوضاء

طنجة، المغرب

مارس 2015

جدول المحتويات

١	مقدمة	١
١	فريق الدراسة	٢
١	المفهوم والتعريف	٣
٢	معايير الضوضاء	٤
٣	المنهجية	٥
٣	١-٥ نهج النمذجة	٣
٣	٢-٥ افتراضات النموذج	٣
٤	٣-٥ معاملات النموذج	٤
٩	٤-٥ سيناريوهات النموذج	٩
١١	٦ النتائج	١١
١١	١-٦ مسح الظروف الأساسية	١١
١٣	٢-٦ نتائج نمذجة الضوضاء	١٣
١	٧ المناقشة والاستنتاجات	١

الجدول

٢	جدول ١ أمثلة على مستويات الضوضاء المختلفة
٢	جدول ٢ حدود الضوضاء طبقاً لإرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي
٢	جدول ٣ حدود الضوضاء المحددة بموجب القانون الفرنسي (المرسوم رقم ٢٠٠٦-١٠٩٩، المادة R1334-33)
٤	جدول ٤ انبعاثات الضوضاء من V-90 على سرعات الرياح المختلفة
٥	جدول ٥ الاتجاه السائد للرياح
٧	جدول ٦ المستقبلات الحساسة
٩	جدول ٧ خصائص الحركة المرورية في منطقة المشروع
١١	جدول ٨ قيم Leq الأساسية، نهائياً
١٢	جدول ٩ قيم Leq الأساسية، ليلاً

- جدول ١٠ مستويات ضغط الصوت في المستقبلات. الحد الأقصى للانبعاثات الصوتية. ظروف الرياح السائدة ظروف سكون الرياح .
فترة النهار والليل ١٤
- جدول ١١ المساهمة الجزئية للضوضاء خلال أوقات النهار (Ld). المرحلة المتوقعة بلا رياح ١
- جدول ١٢ مصدر الصوت الأعلى بالنسبة لكل مستقبل. (مرحلة المشروع، فترة النهار، ظروف سكون الرياح ١

قائمة الاختصارات

الاختصار	المعنى
EHS	البيئة والصحة والسلامة
EIA	تقييم الأثر البيئي
ESMMF	خطة الإدارة البيئية
EPs	مبادئ خط الاستواء
EPC	الهندسة والتوريد والتشييد
EPFIs	المؤسسات المالية لمبادئ خط الاستواء
UNESCO	منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونيسكو)
WB	البنك الدولي
WHO	منظمة الصحة العالمية
5 Capitals	فايف كابيتالز للاستشارات البيئية والإدارية

١ مقدمة

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر الضوضاء لمشروع مزرعة الرياح المقترحة. ومن خلال هذه الدراسة يتم التحقق من الالتزام بإرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي، وقد أخذت بعين الاعتبار مستويات الضوضاء الأساسية والصوت الذي سينبعث من التوربينات المقترحة ومصادر الصوت الأخرى في المنطقة.

٢ فريق الدراسة

فوضت أكوا باور شركة فايف كابيتالز، شركة استشارات بيئية مستقلة، لتقييم الآثار البيئية والاجتماعية لمزرعة الرياح المقترحة. الجدير بالذكر أن فايف كابيتالز شركة استشارات بيئية يقع مقرها في دبي ولديها خبرة واسعة في مشاريع الطاقة الممولة من قبل المؤسسات المالية الدولية والتي تتطلب تقييمات بيئية واجتماعات متوافقة مع معايير البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي. أعدت فايف كابيتالز حتى تاريخه التقييم البيئي لمشاريع للطاقة بإجمالي قدرة يتجاوز ٣٥٠٠٠ ميغا واط.

وقد شاركت مع TAXUS Gestión Ambiental, Ecología y Calidad S.L. في نمذجة تأثيرات الضوضاء والوميض. شركة TAXUS للاستشارات البيئية المتخصصة يقع مقرها في أسبانيا وقد أجرت عمليات مسح أساسية ودراسات نمذجة لأكثر من ٣٧ مزرعة رياح حتى تاريخه.

ذلك مع العلم بأن كل من فايف كابيتالز وTAXUS لديها خبرة سابقة للعمل في المغرب.

٣ المفهوم والتعريف

يعرف الإزعاج الصوتي بأنه وجود ضوضاء أو اهتزازات في البيئة تتحول إلى شكل من أشكال الإزعاج أو الألم أو المخاطر للسكان وأنشطتهم أو تسبب تأثيرات كبيرة على البيئة الطبيعية، بغض النظر عن مصدر الإزعاج.

والضوضاء المنبعثة من توربينات مزرعة الرياح تأتي من مصدرين:

- الضوضاء الديناميكية الهوائية. هذه الضوضاء تحدث نتيجة للتداخل بين الشفرات والرياح. تنتج الشفرات ضوضاء منخفضة عالية الحدة، يطلق عليها "الضوضاء البيضاء". هذه الضوضاء البيضاء يمكن سماعها بالقرب من التوربينات عند دورانها بسرعة منخفضة. ويزيد هذا النوع من الضوضاء مع زيادة سرعة الرياح.
- الضوضاء الميكانيكية. تنبعث الضوضاء الميكانيكية نتيجة للاحتكاك بين عناصر التوربينات المشتركة في الدوران. لن تزيد هذه الضوضاء إذا تمت صيانة تلك العناصر بشكل جيد. ومع الصيانة الملائمة، ستكون الضوضاء الميكانيكية غير مسموعة بالنسبة للشخص الذي يقف تحت التوربينة. وبما أن المسافة بين كل التوربينات والمناطق السكنية لن تقل بأي حال من الأحوال عن ٣٠٠م، يمكننا القول بأن الضوضاء الميكانيكية لن تمثل مشكلة حقيقية بالنسبة للسكان المحليين أو البيئة الطبيعية.

الوحدة المستخدمة في القياس الكمي لحجم الصوت هي الديسبل، وهي عبارة عن وحدة لوغاريتمية. يعتمد ذلك على خصائص أذن الإنسان، لأن أذن الإنسان تميز الصوت في علاقة لوغاريتمية بدلاً من العلاقة الخطية. يعني ذلك أنه مع كل زيادة ٣ ديسبل في الصوت الذي يدرکه الإنسان، يجب مضاعفة طاقة الصوت المنبعث.

ومع الأخذ بعين الاعتبار أن أذن الإنسان تدرك الأجزاء المختلفة لطيف تردد الضوضاء بطرق مختلفة وتصل أيضًا إلى أقصى مستويات الحساسية في الترددات المتوسطة للطيف، يستخدم المقياس المرجح على نطاق واسع لجعل الترددات الصوتية أكثر ارتباطًا. هذا المقياس يطلق عليه ديسبل (أ) أو dB(A).

جدول 1 أمثلة على مستويات الضوضاء المختلفة

مستوى الصوت	حد السمع	الهمس	المحادثة	حركة المرور في المدن	حفلة موسيقى الروك	مفاعل على مسافة ١٠ م
ديسبل (أ)	0	30	60	90	120	150

تنبعث الانبعاثات الصوتية الصادرة عن التوربينات على كل ترددات الطيف المسموع. كما تشكل جزءاً كبيراً من الانبعاثات الصوتية على الترددات المنخفضة. ومع ذلك، نجحت أحدث موديلات التوربينات في خفض الانبعاثات المنخفضة التردد الصادرة عنها حتى أصبحت غير مسموعة للإنسان وبالتالي لا تؤثر على صحة الإنسان (كولباي وآخرون ٢٠٠٩).

٤ معايير الضوضاء

تنص إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي على أن تأثيرات الضوضاء يجب ألا تتجاوز المستويات الموضحة في الجدول أدناه، أو في حالة تخطي العتبات الحدية بالفعل، يجب ألا يؤدي المشروع إلى زيادة المستويات الأساسية بأكثر من ٣ ديسبل في أقرب موقع مستقبل خارج موقع المشروع.

جدول 2 حدود الضوضاء طبقاً لإرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي

مؤشرات الضوضاء		نوع المستقبل
Ln	Ld	
45	55	سكني، مؤسسي، تعليمي
70	70	صناعي، تجاري

تنص الإرشادات أيضاً على أنه لا يجوز إدراج الضوضاء العالية التداخل، مثل الضوضاء المنبعثة من الطائرات التي تطير على ارتفاعات منخفضة والقطارات المارة، عند تحديد مستويات الضوضاء الأساسية.

بالإضافة إلى ذلك، تعتمد بيانات الأحوال الجوية المطبقة في دراسة وقياس الضوضاء الأساسية على الإرشادات الفرنسية لتقييم الآثار البيئية التي تسببها مزارع الرياح. وطبقاً لذلك، تطبق القيود التالية:

جدول 3 حدود الضوضاء المحددة بموجب القانون الفرنسي (المرسوم رقم ٢٠٠٦-١٠٩٩، المادة R1334-33).

مؤشرات الضوضاء		نوع المستقبل
Ln	Ld	
+3	+5	الضوضاء الأساسية، الظروف العادية
يمكن إضافة التصحيحات حسب مدة انبعاث الضوضاء		

ينص القانون الفرنسي على ما يلي: تتحدد الزيادة العالمية في موقع معين من خلال الفرق بين مستوى الضوضاء المحيطة، بما في ذلك الضوضاء المحددة التي يتم تحليلها، ومستوى الضوضاء المتبقية الناتجة عن كل مصادر الضوضاء العادية، الخارجية والداخلية، ذات الصلة بالإشغال العادي والتشغيل العادي للمعدات، لاسيما مع وجود الضوضاء ذات الصلة.

٥ المنهجية

١-٥ نهج النمذجة

تأخذ النمذجة الصوتية بعين الاعتبار المتغيرات التي تؤثر بشكل كبير على مستويات الضوضاء. لا يشمل ذلك الأحداث غير المتوقعة أو التي تقع لمرة واحدة لأنه لا يمكن تحديدها كمياً.

وطبقاً لأفضل الممارسات الدولية، تشمل المتغيرات التي تم أخذها بعين الاعتبار في المحاكاة الصوتية ما يلي:

- الاتجاه الرئيسي للرياح وسرعتها.
- متوسط درجة الحرارة والرطوبة.
- الطوبوغرافيا.
- الغطاء النباتي (التبسيط كتوزيع منتظم).
- العناصر التي يمكن أن تتداخل مع الانتشار الصوتي (مثل المباني والحوائط والمنحدرات والطرق...إلخ).
- الطرق ذات الحركة المرورية العالية أو السكك الحديدية. كلا هذان العنصران يمكن أن يتداخلتا بطريقة كبيرة مع مستويات الضوضاء المحلية.
- الأنشطة الصناعية أو الأنشطة الأخرى ذات الانبعاثات الصوتية العالية.

أخذت النمذجة الصوتية بعين الاعتبار معاملات انبعاث الصوت من مصادر الصوت وخصائص البيئة. والنتيجة النهائية للنمذجة عبارة عن شبكة يتم إنشاؤها على نموذج ارتفاع رقمي (DEM) يوضح قيم الضوضاء بالنسبة للمنطقة المحيطة بالمشروع، والتي يتم تصنيفها حسب مناطق الضوضاء.

استخدمت برمجيات Cadna-A®-v4.0 (التصميم المحوسب لتخفيف الضوضاء)، وهي عبارة عن برمجيات للتنبيه الصوتي. تأخذ برمجيات Cadna-A® بعين الاعتبار عددًا كبيرًا من المعايير الدولية الموضحة بالتفصيل في الملاحق وتلتزم بها.

وعن طريق استخدام CADNA، يتم تعيين موضع كل مصدر للصوت في نظام ثلاثي الأبعاد يحتوي على المحاور X و Y و Z ويمكن إحالته إلى الطوبوغرافيا عن طريق إدخال ارتفاع معين فوق مستوى سطح الأرض. وتأخذ البرمجيات أيضًا كل معامل يتداخل مع انتشار الصوت: تدرج الضوضاء والانعكاس الصوتي والتخفيف الصوتي الأرضي والأحوال الجوية واتجاه الرياح وسرعة الرياح والانكسار الصوتي وغيرها.

٢-٥ افتراضات النموذج

وضعت الافتراضات التالية بالنسبة للمحاكاة الصوتية:

- ضغط الصوت المنبعث من التوربينات. التوربينات التي تعمل على أقصى معدل للانبعاثات الصوتية (أعلى من ١٠ م/ث) تعتبر في أسوأ السيناريوهات العكسية، بالنسبة لكل الحالات التي شملتها النمذجة.
- كل توربينة تعمل كمصدر صوت للنقطة. ومنشأ الانبعاثات الصوتية يأتي من مركز / محور الشفرة. ومن هذه النقطة تنتشر الموجات الصوتية في كل اتجاه.

- لم تأخذ النمذجة الصوتية بعين الاعتبار تأثير الضوضاء المتأثرة بين التوربينات العاملة بشكل متزامن. كما أن الدراسات المتعلقة بالتأثيرات المتأثرة بين مصادر الصوت القريبة وتفاعلها لا تعتبر حاسمة فيما يتعلق بما إذا كانت هذه الظاهرة ستؤدي إلى زيادة أو تقليل الانبعاثات الصوتية.
- لم تؤخذ الانبعاثات الصوتية للتوربينات عبر النطاق الكامل لتردد الضوضاء بعين الاعتبار، لأن التحليل الصوتي خلص إلى مستوى شدة مرجح على أ، كما هو موضح في القسم ٣.
- لم تؤخذ مصادر الصوت ذات المستوى المنخفض للانبعاثات الصوتية بعين الاعتبار خلال المحاكاة الصوتية. والانبعاثات الصوتية من هذه المصادر تعتبر غير قابلة للتنبؤ بها ومتقطعة. الأمثلة على مصادر الصوت هذه تشمل المباني العائلية الفردية والمزارع والحركة المرورية على الطرق والممرات والحيوانات الأليفة (الكلاب والحمير والأبقار وما إلى ذلك).
- لا تشمل معاملات الأحوال الجوية أحداث مثل الانعكاس الحراري أو الأحداث الأخرى التي يمكن أن تؤثر على الانتشار الصوتي، وزيادته أو تقليله.
- وكما هو الحال بالنسبة للانعكاس والتخفيف الناتج عن التضاريس والغطاء النباتي، أخذت النمذجة الصوتية بعين الاعتبار التضاريس والغطاء النباتي كمنطقة ماصة وبمستوى انعكاس درجة واحدة كحد أقصى.

٣-٥ معاملات النموذج

نناقش في هذا القسم المعاملات المستخدمة في المحاكاة.

١-٣-٥ خصائص مزرعة الرياح

الموقع المقترح للتوربينات موضح في الخرائط المرفقة.

استخدم موديل التوربينة Vestas V90 3.0 MW في المحاكاة، ويتميز هذا الموديل بارتفاع ٨٠م لعمود الدوران ومستوى انبعاثات صوتية ١٠٧ ديسبل (أ) على سرعة رياح ٨ م/ث. كما تم أخذ ظروف الرياح التي تزيد سرعتها عن ٨ م/ث كأسوأ سيناريو عكسي خلال مرحلة التشغيل، لأن الضوضاء المنبعثة من التوربينة تصل إلى ذروتها على هذه السرعة للرياح، كما يتضح من الجدول أدناه.

جدول 4 انبعاثات الضوضاء من V-90 على سرعات الرياح المختلفة

ديسبل (أ)	Wh [م/ث]	W10 [م/ث]
104,2	8,4	6
106,1	9,8	7
107,0	11,1	8
107,0	12,6	9
107,0	13,9	10

W10 - سرعة الرياح على ارتفاع ١٠م
Wh - سرعة الرياح على ارتفاع المحور

تم إدراج بيانات الضوضاء في النموذج مع التمييز بين انبعاثات الصوت حسب نطاق الأوكتاف.

بالإضافة إلى ذلك، تمت إضافة زيادة بقيمة ٢ ديسبل (أ) إلى الانبعاثات الصوتية للتوربينات خلال فترة النهار. هذه الزيادة محددة بموجب المعيار الدولي IEC-61400-14 (معايير التوربينات الصادرة عن اللجنة الكهروتقنية الدولية) الذي ينص على ما يلي:

"يجب زيادة قيمة انبعاثات الضوضاء النهارية (L_{wd}) ٢ ديسبل (أ) بالإضافة إلى قيمة الانبعاثات العادية (L_w)"

وينص المعيار أيضًا على استخدام مرشح من النوع "أ" للانبعاثات الصوتية من التوربينات.

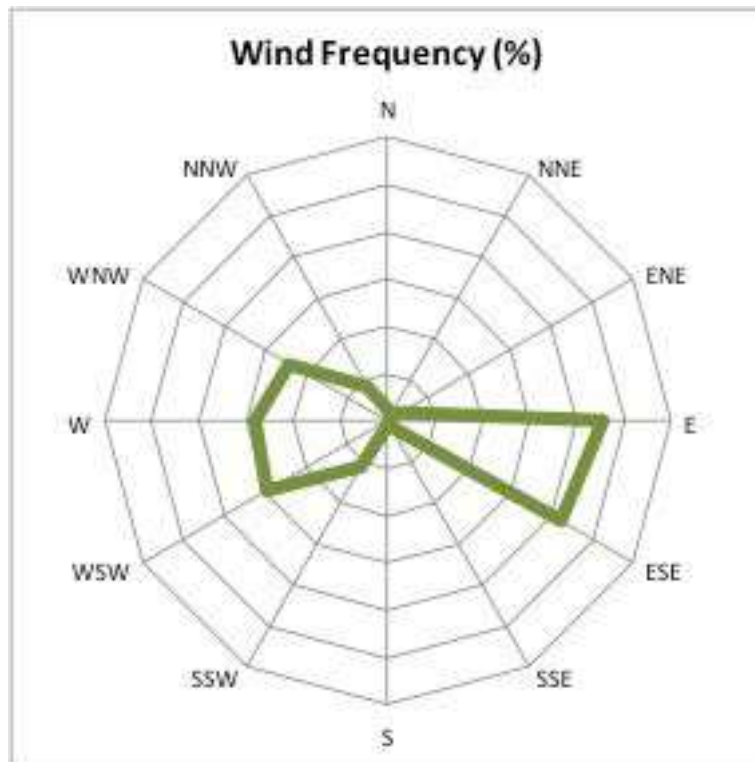
٢-٣-٥ خصائص الرياح

قدم التحالف معلومات الاتجاه السائد للرياح في المنطقة. البيانات التي تم تقديمها موضحة في الجدول والشكل أدناه:

جدول 5 الاتجاه السائد للرياح

22,8%	شرقية	الاتجاه السائد للرياح
21.1%	شرقية إلى جنوبية شرقية	

شكل 1 بوصلة الرياح التراكمية في موقع المشروع



الاتجاه السائد للرياح هو الاتجاه الشرقي بالنسبة لكلا مجموعتي توربينات مزرعة رياح الخالدي.

٣-٣-٥ الطوبوغرافيا واستخدام الأرض

كانت البيانات المتعلقة بطوبوغرافيا منطقة الدراسة مطلوبة أيضًا بالنسبة للنموذج. قَدِّم التحالف البيانات الطوبوغرافية وقد تم تدقيق هذه المعلومات من قبل الفنيين من خلال الزيارات الميدانية إلى الموقع.

تم تعيين القيمة $G=1$ للتخفيف الأرضي للصوت. هذه القيمة تتحدد حسب خصائص المنطقة، وهي تتسم بالبيئة الريفية والغطاء النباتي الماص للضوضاء (الأحراش والمحاصيل والمروج) طبقًا للمعيار ISO 6913.

٤-٣-٥ المستقبلات الحساسة

تم تحديد كل المباني والأبنية الواقعة في نطاق ١٠٠٠م حول موقع المشروع باستخدام الصور الملتقطة بالأقمار الصناعية واعتبرت مستقبلات حساسة محتملة.

أجريت محاكاة صوتية تمهيدية لتحديد الأبنية التي يمكن أن تتأثر بضوضاء التوربينات، مع اعتبار ضغط الصوت الذي يتم تلقيه الأقل من ٤٠ ديسبل (أ) على أنه غير ذي صلة.

تم مسح المستقبلات الحساسة المحددة باستخدام الصور الملتقطة بالأقمار الصناعية خلال عمليات فحص الموقع لجمع المعلومات عن كل بناء وفحصه للتحقق مما إذا كان سكني أو تجاري أو صناعي أو مهجور. وخلال العمل الميداني في الموقع، عندما كان يتم تحديد أي بناء غير محدد في السابق في المنطقة المحددة من خلال المحاكاة التمهيدية، يخضع هذا البناء للمسح ثم يتم إدراجه في قاعدة البيانات الجغرافية للمستقبلات الحساسة. ذلك مع العلم بأن المستقبلات الحساسة كان يتم تصنيفها حسب ما إذا كانت تشكل جزءًا من القرية أو منعزلة.

والمستقبلات الحساسة المحددة موضحة بالتفصيل في الجدول أدناه. ذلك مع العلم بأنه تمت نمذجة الأثر على كل مستقبل حساس على ارتفاع ١.٥م.

جدول 6 المستقبلات الحساسة

المسافة من أقرب توربينة (م)	التعليقات	الارتفاع (م)	UTM WGS84 30N			المستقبل
			Z	Y	X	
202	-	1,5	317.46	3962509.33	264638.93	RC01
332	-	1,5	317.95	3962535.01	264905.88	RC02
199	-	1,5	306.83	3962043.24	264598.5	RC03
575	-	1,5	281.64	3961594.51	264259.41	RC04
321	-	1,5	407.55	3961338.31	265147.81	RC05
266	غير مأهول	1,5	457.18	3961854.05	266568.59	RC06
433	-	1,5	342.08	3960988.93	264488.99	RC07
353	-	1,5	349.43	3961012.23	264934.86	RC08
478	-	1,5	389.84	3961145.32	265666.88	RC09
125	غير مأهول	1,5	633.5	3961045.5	266878.03	RC10
403	-	1,5	398.42	3961015.55	265977.43	RC11
612	-	1,5	361.5	3960012.1	266629.73	RC12
505	-	1,5	382.56	3959515.11	267074.24	RC13
735	-	1,5	375.82	3957334.08	267088.75	RC14
739	-	1,5	396.93	3957061.12	267169.4	RC15
857	-	1,5	336.3	3957932.74	267119.77	RC16
779	-	1,5	395.26	3956270.15	267367.91	RC17
418	-	1,5	500.21	3956108.86	267982.08	RC18
489	-	1,5	487.26	3955781.27	268229.74	RC19
822	-	1,5	433.5	3955490.98	268963.01	RC20
789	-	1,5	384.08	3956588.35	269187.92	RC21
815	-	1,5	378.8	3956882.46	268940.77	RC22
241	-	1,5	501.38	3958822	268319.79	RC23
233	-	1,5	414.59	3958162.1	268766.53	RC24
103	غير مأهول	1,5	527	3959051.54	267888.66	RC25
575	-	1,5	353.57	3961920.95	267276.98	RC26
732	-	1,5	367.34	3961337.51	267588.3	RC27
556	-	1,5	288.77	3961334.4	264210.52	RC28
875	-	1,5	392	3956190.45	269389.02	RC29
707	-	1,5	276.05	3962901.57	265167.42	RC30

٥-٣-٥ مستويات الضوضاء الأساسية

من الضروري تحديد حالة الضوضاء الأساسية لتقييم الآثار التي تحدثها الضوضاء على مزارع الرياح المقترحة. قام الفنيون خلال عمليات فحص الموقع بقياس مستويات الضوضاء في كل مستقبل باستخدام مقياس لمستوى الصوت من الفئة الأولى، النوع CR 811C.

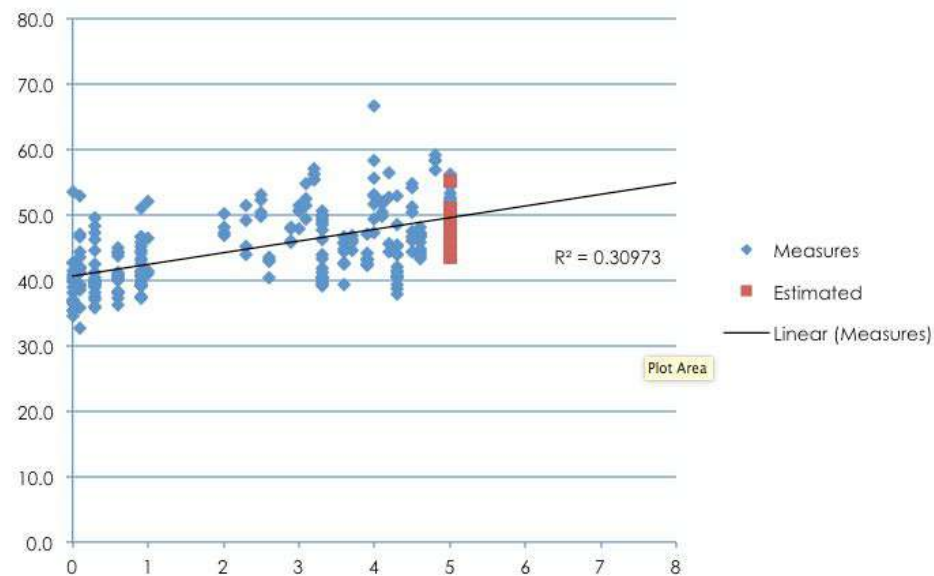
تم اتباع منهجية رصد الضوضاء الاشتراطات المتعلقة بالملحق الرابع للمرسوم ٢٠٠٧/١٣٦٧ لأسبانيا. وقد تم تسجيل ثلاثة قياسات لمستوى الصوت في كل مستقبل حساس لمدة ١ دقيقة، مع ترك فترة فاصلة ٣ دقائق بين كل عملية قياس والأخرى من العمليات الثلاث. وتم حساب مكافئ ضغط الصوت للمستقبل كمستوى مرجح لهذه النتائج. كما تم تسجيل قياساً آخر لمدة ٥ دقائق من خلال مرشح نطاق أوكتاف ١:٣ لتحديد الضوضاء المحلية وفترات الذروة في ترددها.

هذا الإجراء تم تنفيذه في الظروف المثالية للأحوال الجوية وتم القياس على ارتفاع ١.٥ م. بالإضافة إلى ذلك، تم تسجيل إجراء مسح الصوت خلال فترات النهار والليل.

كتوصية إرشادية، لتقييم انبعاثات الضوضاء من مزرعة رياح الخالدي بشكل ملائم، يمكن أخذ سيناريو تشغيلي لسرعة الرياح بعين الاعتبار خلال النمذجة الصوتية. ولتحقيق ذلك، تم تقدير كل قياس أساسي في ظروف سرعة الرياح ٥ م/ث على ارتفاع المستقبل بغرض توحيد قياس الضوضاء الأساسية. وقد تم اختيار سرعة الرياح ٥ م/ث بناءً على أنماط الرياح في منطقة الدراسة والفاصل الزمني لسرعة الرياح الضروري على ارتفاع المحور، لتشغيل التوربينات على أقصى مستوى للانبعاثات الصوتية.

تم التوصل إلى القياسات الأساسية عن طريق التحليل الإحصائي، باستخدام انحدار خطي، لاستقراء قيمها في ظروف رياح سرعتها ٥ م/ث.

شكل 2 الانحدار الخطي للقياس الأساسي



توضح الملاحق مواصفات مقياس الضوضاء المستخدم في تسجيل قياسات مستوى الصوت.

وقد تم إدخال البيانات المسجلة من خلال مقياس الضوضاء في برمجيات Deaf Defier 3 للحصول على قيم الضوضاء بالنسبة لكل مستقبل حساس.

٥-٣-٦ مصادر الضوضاء الأخرى

وفرت عمليات فحص الموقع معلومات عن مصادر الضوضاء الأخرى في المنطقة للاستخدام في النمذجة الصوتية. وخلال العمل الميداني، سجل الفنيون المعلومات عن مصادر الصوت الوثيقة الصلة الأخرى، وهي الصناعة والسكك الحديدية والطرق.

ذلك مع العلم بأنه لم يتم تحديد أي سكك حديدية أو صناعات في منطقة الدراسة.

الجدول التالي يلخص البيانات التي تم جمعها من قبل الفنيين خلال العمل الميداني فيما يتعلق بالضوضاء الناتجة عن الحركة المرورية.

جدول 7 خصائص الحركة المرورية في منطقة المشروع

الطريق	المتوسط اليومي للحركة المرورية	متوسط السرعة (كم/ساعة)
A4	1020	120
P4613	550	60

هذه النسب للحركة المرورية اليومية تطبق على البرمجيات وتحول إلى انبعاثات للصوت مع الأخذ بعين الاعتبار الفترة من اليوم أو نوع الطريق أو نسبة فئات المركبات المختلفة المستخدمة للطريق، بناءً على التحويلات المحددة بواسطة معيار NMPB-96.Routes.

٤-٥ سيناريوهات النموذج

شمل النموذج الصوتي ٤ سيناريوهات محتملة، محددة بالارتباط مع ظروف الرياح والوقت من اليوم وإدراج المشروع المقترح:

السيناريو	ظروف الرياح	الوقت من اليوم	المشروع
1	الرياح السائدة	نهاراً	بدون المشروع
2	الرياح السائدة	نهاراً	مع المشروع
3	الرياح السائدة	ليلاً	بدون المشروع
4	الرياح السائدة	ليلاً	مع المشروع

تم تحديد مستويات الضوضاء في كل مستقبل من المستقبلات الحساسة المحددة بالنسبة لهذه السيناريوهات بناءً على نمذجة الضوضاء وعمليات مسح الظروف الأساسية.

١-٤-٥ مرحلة المشروع

يمكن تحديد حالتان حسب مرحلة المشروع:

- مرحلة بدون المشروع: البيانات الأساسية التي يتم جمعها خلال العمل الميداني.
- مرحلة مع المشروع: النمذجة الصوتية للمشروع، مع أخذ مصادر الصوت المحلية (الطرق) ومصادر الصوت من المشروع (التوربينات) بعين الاعتبار.

٢-٤-٥ ظروف الرياح

أخذت أسوأ الحالات العكسية للانبعاثات أثناء تشغيل التوربينات بعين الاعتبار في السيناريو التشغيلي الذي شمل استخدام الإدخالات التالية:

- يأخذ السيناريو بعين الاعتبار الحد الأقصى للانبعاثات من التوربينات مع تأثير الرياح السائدة. (لا تزال التوربينات تعتبر من المصادر المسببة لانبعاث أقصى مستويات الضوضاء).
- تم استقراء مستويات الضوضاء في المستقبلات من القيم التي تم الحصول عليها على سرعة الرياح ٥ م/ث.

٣-٤-٥ الوقت من اليوم

مع أخذ إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي بشأن حدود الضوضاء والوقت من اليوم بعين الاعتبار، تم تحديد فترتين:

- نهارًا: من ٧ صباحًا إلى ١٠ مساء

- ليلاً: من ١٠ مساء إلى ٧ صباحًا

ومع أخذ ذلك بعين الاعتبار، تم أخذ مؤشرين خلال النمذجة الصوتية:

- Ld – مؤشر الضوضاء لأوقات النهار

- Ln – مؤشر الضوضاء لأوقات الليل

٦ النتائج

١-٦ مسح الظروف الأساسية

الجدول التالي يحتوي على نتائج عمليات مسح الظروف الأساسية:

جدول 8 قيم Leq الأساسية، نهاريًا

التعليقات	Ld (ديسبل أ) ٥ م/ث	سرعة الرياح (م/ث)	درجة الحرارة (درجة مئوية)	الساعة	Ld (ديسبل أ)					المستقبل
					المتوسط	3/8	M-03	M-03	M-01	
حركة المرور	60,4	4	10	9:22	58,6	58,3	55,7	53,2	66,8	RC01
الرياح	52,1	4,5	12	16:19	51,2	54,2	54,8	47,6	51,3	RC02
الرياح	52,4	4,1	12	15:51	50,8	51,7	52,1	49,8	50,4	RC03
حركة المرور	51,8	2,3	10	9:45	46,9	49,2	51,5	45,3	44,0	RC04
الرياح	51,9	5	8	17:37	51,9	54,4	52,7	52,1	50,8	RC05
غير مأهول	53,5	2	11	13:23	48,2	48,1	47,3	50,2	47,0	RC06
-	50,4	2,9	11	10:38	46,6	48,1	46,1	45,8	48,0	RC07
-	50,2	1	11	10:10	43,0	52,1	41,5	41,1	46,5	RC08
-	47,0	0	12	10:25	38,1	39,8	34,7	36,8	42,7	RC09
غير مأهول	54,2	-	-	-	54,2	-	-	-	-	RC10
الرياح	41,7	4,3	12	12:50	40,5	41,4	39,4	37,9	44,1	RC11
الرياح	42,8	4,3	12	12:25	41,5	40,5	40,6	38,7	45,3	RC12
الرياح	46,5	3,6	12	11:42	44,0	42,8	46,7	39,4	45,9	RC13
-	51,3	3,3	12	10:53	48,2	47,7	46,3	49,0	49,4	RC14
-	53,6	3	12	11:25	50,0	50,7	51,4	50,8	47,9	RC15
-	44,6	3,3	12	11:42	41,5	39,4	40,7	39,8	44,1	RC16
-	48,4	0,9	9	16:58	41,1	40,1	37,4	40,6	45,3	RC17
-	48,6	0,9	9	16:10	41,3	44,2	46,7	37,5	39,7	RC18
-	52,9	0	9	14:51	43,9	42,8	53,5	36,9	41,4	RC19
الرياح	58,5	4,8	9	14:34	58,2	58,4	59,3	58,3	56,9	RC20
-	52,8	3,3	11	14:22	49,7	49,8	48,6	50,0	50,6	RC21
-	55,6	3,1	11	14:07	52,2	51,5	49,4	52,5	54,8	RC22
الرياح	50,3	4,2	6	9:34	48,9	52,8	56,5	45,7	44,5	RC23
الرياح	51,7	4	6	9:18	49,9	51,8	52,9	49,5	47,4	RC24
غير مأهول	49,9	-	-	-	49,9	-	-	-	-	RC25
-	54,9	0,1	7	8:40	46,1	52,9	47,2	44,3	46,8	RC26
الرياح	47,6	4,3	7	17:51	46,3	48,5	43,9	42,1	52,9	RC27
-	54,5	0,9	12	15:35	47,2	46,6	51,1	45,8	44,6	RC28
-	55,4	2,5	11	13:50	50,9	53,2	50,5	52,4	49,9	RC29
الرياح، الناس	59,0	3,2	8	8:45	55,8	57,1	55,4	55,5	56,4	RC30

جدول 9 قيم Leq الأساسية، ليلاً

التعليقات	Ld (ديسبل أ) ٥ م/ث	سرعة الرياح	درجة الحرارة	الساعة	Ln (ديسبل أ)					المستقبل
		(م/ث)	(درجة منوية)		المتوسط	3/8	M-03	M-02	M-01	
حركة المرور	55,2	0,3	7	22:50	46,8	49,6	44,6	48,3	47,4	RC01
-	46,7	0	7	23:02	37,8	40,5	35,5	37,0	40,8	RC02
الرياح	48,3	3,7	6	22:00	45,9	45,9	44,7	46,3	46,8	RC03
-	49,9	0,3	7	22:38	41,5	40,5	38,1	40,0	46,4	RC04
الرياح	47,9	4,5	5	22:15	47,0	46,6	50,5	44,3	46,1	RC05
غير مأهول	43,5	-	-	-	42,2	-	-	-	-	RC06
-	48,6	0,3	7	22:19	40,2	39,8	37,0	42,5	41,2	RC07
-	47,4	0,3	7	22:03	39,0	39	39,5	37,6	39,8	RC08
-	45,7	-	-	-	37,3	-	-	-	-	RC09
غير مأهول	48,9	-	-	-	48,9	-	-	-	-	RC10
-	47,5	-	-	-	39,6	-	-	-	-	RC11
-	46,8	-	-	-	39,0	-	-	-	-	RC12
-	47,8	0,6	6	23:54	39,9	40,9	40,8	40,8	38,2	RC13
-	48,8	0,1	5	0:15	40,0	43,6	42,1	42,0	35,9	RC14
-	49,4	0,1	5	0:26	40,6	42	39,4	41,2	41,3	RC15
-	45,7	-	-	-	36,9	-	-	-	-	RC16
-	47,1	-	-	-	39,8	-	-	-	-	RC17
-	49,2	-	-	-	41,9	-	-	-	-	RC18
-	47,8	0,9	8	22:31	40,5	40,9	43,2	39,2	39,2	RC19
الرياح	46,7	3,6	8	23:15	44,2	44,8	44,3	42,5	45,7	RC20
-	43,7	3,3	8	23:38	40,7	41,2	40,5	39,8	41,8	RC21
-	44,0	3,3	8	23:29	41,0	40,5	39,1	43,4	40,4	RC22
الرياح	47,7	4,6	7	23:53	47,0	48,1	47,4	47,1	46,6	RC23
الرياح	44,9	3,9	5	0:20	43,0	42,6	43,4	42,4	43,1	RC24
غير مأهول	46,3	-	-	-	-	-	-	-	-	RC25
الرياح	46,3	4,6	5	23:13	45,6	44,9	44,1	45,9	46,7	RC26
الرياح	45,8	4,6	5	23:29	45,1	43,7	44,6	47,2	43,4	RC27
-	51,0	0,6	7	22:27	43,1	44,2	40,4	43,8	45,1	RC28
-	46,7	2,6	7	23:51	42,4	43,1	40,5	42,9	43,6	RC29
الناس	45,6	0	7	23:13	36,7	39	35,5	36,4	38,2	RC30

خلال العمل الميداني، أظهرت بعض المستقبلات الحساسة مستويات لضغط الصوت أقل من ٤٢ ديسبل (أ) خلال أوقات النهار. معظم هذه المستقبلات تم قياسها خلال ظروف سكون الرياح وبالتالي كانت خارج الفاصل الزمني لسرعة الرياح الذي يتم تشغيل التوربينات به. وبعد إجراء الحسابات الخاصة بكل المستقبلات طبقاً لظروف سرعة الرياح التشغيلية (٥ م/ث)، كانت معظمها تتخطى حدود ٤٥ ديسبل أ المحددة في إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي خلال أوقات الليل.

كما أن بعض المستقبلات الأولية، المحددة من خلال التحليل الأولي، تم إقصاءها مع ثبوت أنها غير مناسبة للاستخدامات السكنية أو لكونها مجرد أطلال/ صخور.

٢-٦ نتائج نمذجة الضوضاء

يحدد هذا القسم نتائج عمليات المحاكاة الصوتية التي أجريت لتقييم أثر مزرعة الرياح المقترحة على المستقبلات الحساسة.

١-٢-٦ ظروف الرياح السائدة

بالنسبة لهذا السيناريو، تم أخذ الانبعاثات الصوتية التي ستصدر عن التوربينات المقترحة بعين الاعتبار على الحد الأقصى للانبعاثات الصوتية وتم إدراج الرياح السائدة في النموذج لتقييم تأثيرها فيما يتعلق بانتشار الصوت.

النتائج الخاصة بالمرحلة الأساسية (القيم التي تم الحصول عليها خلال العمل الميداني كضوضاء أساسية) ومرحلة المشروع (القيم التي تم الحصول عليها عن طريق النمذجة الصوتية لمصادر الصوت) موضحة في الجدول التالي ومبينة في الخرائط المرفقة.

يمكن الحصول على النتيجة الإجمالي عن طريق إضافة هاتين القيمتين، وستمثل هذه النتيجة السيناريو المتوقع (الضوضاء الأساسية + ضوضاء المشروع). في هذا السيناريو يتم إدراج مصادر الصوت المحلية مثل الطرق في البيانات الأساسية وفي التنبؤ على حد سواء، ولذلك يمكن المبالغة في تقدير أثرها. ومع ذلك، يفضل إدراج ضوضاء الطريق في سيناريو ضوضاء المشروع كمصدر مستقل للضوضاء حتى يمكن التمييز بين الضوضاء المنبعثة من التوربينات والمنبعثة من الطرق بالنسبة لكل مستقبل بمجرد اكتمال بناء مزرعة الرياح المقترحة. بالإضافة إلى ذلك، كما هو موضح سابقاً، تم حساب الضوضاء الأساسية وفقاً لسيناريو سرعة الرياح التشغيلية (مضبوطة على ٥ م/ث).

جدول 10 مستويات ضغط الصوت في المستقبلات. الحد الأقصى للانبعاثات الصوتية. ظروف الرياح السائدة ظروف سكون الرياح .
فترة النهار والليل

زيادة		L _n ليلاً (ديسبل أ)			L _{de} نهاراً (ديسبل أ)			المستقبل
ليلاً	نهاراً	المجموع	مع المشروع	الظروف الأساسية	المجموع	مع المشروع	الظروف الأساسية	
+0,3	+0,2	55,5	44	55,2	60,6	47,8	60,4	RC01
+2,4	+1,3	49,2	45,5	46,7	53,4	47,5	52,1	RC02
+2,0	+1,5	50,2	45,9	48,3	53,9	48,5	52,4	RC03
+0,5	+0,6	50,4	41,1	49,9	52,4	43,5	51,8	RC04
+1,9	+1,3	49,7	45,2	47,9	53,1	47,2	51,9	RC05
-	-	غير مأهول	46,4	43,5	غير مأهول	48,4	53,5	RC06
+0,6	+0,7	49,3	40,5	48,6	51,1	42,9	50,4	RC07
+0,3	+0,3	47,7	36,3	47,4	50,5	38,5	50,2	RC08
+1,0	+1,2	46,7	39,9	45,7	48,2	41,9	47,0	RC09
-	-	غير مأهول	53,4	48,9	غير مأهول	55,4	54,2	RC10
+0,9	+3,8 +1,2	48,4	41,1	47,5	49,5	43,2	48,3	RC11
+1,3	+3,9 +1,2	48,2	42,4	46,8	50,6	44,4	49,4	RC12
+1,7	+3,0	49,5	44,6	47,8	49,6	46,6	46,5	RC13
+0,5	+0,5	49,3	39,7	48,8	51,7	41,7	51,3	RC14
+0,5	+0,3	49,9	40,5	49,4	53,9	42,5	53,6	RC15
+1,1	+2,0	46,8	40,2	45,7	46,6	42,2	44,6	RC16
+0,7	+0,8	47,8	39,4	47,1	49,2	41,4	48,4	RC17
+1,1	+1,8	50,3	43,7	49,2	50,4	45,7	48,6	RC18
+0,7	+0,4	48,5	40,2	47,8	53,2	42,2	52,9	RC19
+0,2	+0,0	46,9	33,3	46,7	58,5	35,3	58,5	RC20
+0,8	+0,2	44,5	36,5	43,7	52,9	38,5	52,8	RC21
+1,3	+0,2	45,3	39,3	44,0	55,8	41,3	55,6	RC22
+2,7	+2,5	50,5	47,2	47,7	52,8	49,2	50,3	RC23
+2,5	+1,0	47,5	43,9	44,9	52,7	45,9	51,7	RC24
-	-	غير مأهول	54,3	46,3	غير مأهول	56,3	49,9	RC25
+0,8	+0,2	47,1	39,3	46,3	55,1	41,3	54,9	RC26
+0,6	+0,7	46,4	37,7	45,8	48,2	39,7	47,6	RC27
+0,4	+0,4	51,4	40,3	51,0	54,9	42,2	54,5	RC28
+0,2	+0,0	46,8	32,6	46,7	55,4	34,6	55,4	RC29
+0,9	+0,1	46,5	39,1	45,6	59,1	41,1	59,0	RC30

تشير النتائج إلى أن معظم المستقبلات مستوى الضوضاء الأساسية الخاص بها يعتبر أعلى من الحدود المنصوص عليها في حدود البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي، خلال أوقات الليل. ولذلك، في سيناريو سرعة الرياح التشغيلية، سيتم كتم الضوضاء المنبعثة من التوربينات مبدئياً بفعل الرياح.

خلال أوقات النهار، تتجاوز الضوضاء الأساسية الأولية المنبعثة من خمسة (٥) مستقبلات ٥٥ ديسبل (أ) (RC01 و RC20 و RC22 و RC29 و RC30). ولا تتسبب الضوضاء المنبعثة من مزرعة رياح الخالدي في زيادة مستوى الضوضاء المنبعثة من هذه المستقبلات لأكثر من حد الزيادة +٣ ديسبل (أ) المنصوص عليه في إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي. هناك مستقبلان اثنان (٢) فقط (RC10 و RC25) تكون الضوضاء المنبعثة من التوربينات بهما أعلى من الحد ٥٥ ديسبل (أ)، لكن هذان المستقبلان غير مأهولين أو غير مناسبين للاستخدامات السكنية. ذلك مع العلم بأن مستويات الضوضاء المتوقعة بالنسبة للمستقبل **RC22** أعلى من حدود ٥٥ ديسبل (أ)، لكن الزيادة التي تسببها التوربينات هي +٠.٢ ديسبل (أ)، وهو المستوى الذي يعتبر غير ملحوظ بالنسبة لأذن الإنسان وأقل من الحد +٣ ديسبل (أ) المحدد بموجب إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي أو الزيادة البالغة +٥ ديسبل (أ) المسموح بها بموجب القانون الفرنسي خلال أوقات النهار. بينما تظهر بقية المستقبلات (٢٢) قيماً متوقعة غير ذات صلة.

وخلال أوقات الليل، كانت مستويات ضغط الصوت الأساسي لسبعة وعشرين (٢٧) مستقبلاً أعلى من ٤٥ ديسبل (أ). وجميعها لا تتجاوز الزيادة +٣ ديسبل (أ) بما يتسق مع البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي والقانون الفرنسي. وكما هو الحال خلال أوقات النهار، تستقبل أكثر من ثلاثة (٣) مستقبلات (RC06 و RC10 و RC25) ضوضاء بمستوى أكبر من ٤٥ ديسبل (أ) تنبعث من توربينات مزرعة الخالدي وحدها، لكن لا يوجد أي مستقبل منها مناسب للاستخدامات السكنية.

أخيراً، مع أخذ سيناريو سرعة الرياح التشغيلية بعين الاعتبار، يعتبر كل مستقبل متسقاً مع إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي. ولا يتجاوز أي من المستقبلات الحدود نتيجة للضوضاء المنبعثة من توربينات مزرعة الخالدي، لأنها أقل من حدود ٤٥/٥٥ ديسبل (أ) أو لا تتجاوز الزيادة +٣ ديسبل (أ) عن الضوضاء الأساسية.

يستثنى من ذلك المستقبلات RC06 و RC10 و RC25 لأن المساكن لا تعتبر مناسبة للاستخدامات السكنية (٣).

جدول 11 المساهمة الجزئية للموضاء خلال أوقات النهار (Ld). المرحلة المتوقعة بلا رياح

المستقبلات																												مصادر الصوت			
RC30	RC29	RC28	RC27	RC26	RC25	RC24	RC23	RC22	RC21	RC20	RC19	RC18	RC17	RC16	RC15	RC14	RC13	RC12	RC11	RC10	RC09	RC08	RC07	RC06	RC05	RC04	RC03			RC02	RC01
34		29,4																	16		-11,8	-0,4	26,9	15,1	18,7	32,6	40,5	45,1	43,9	K01	مزرعة رياح الخالدي
33,5		30,8																	16,8		-2,3	1,1	28,5	17	19,7	34,3	45	41,2	33	K02	
29,6		34,6																	24,1		28	15,6	33	16,9	38,2	35,4	37,9	33,9	24,7	K03	
28,1		35,7																	24,9		31,3	27,9	36,9	20,4	43,3	35,5	35,9	31,7	23	K04	
26,7		37,3																	24,6		30,8	34,9	38,8	19,6	41,9	35,9	34,5	28,3	21	K05	
29,8		25,4	4,2	21														22,1	33,3	22,1	31,6	24,1	25,7	30,9	35,4	23,9	24,3	31,1	17,7	K06	
28,5		22,3	9,4	25,7														22	16	26,2	19	28	23,8	38,9	30	21	20,8	28,9	16,1	K07	
29,8			8,5	23,8															12,4	24,4	1	15,4	12,7	38,5	23,1	20,8	17,3	29,7	14,9	K08	
31,2			7,8	23,7															9,5	22,8				36	21,3	21,9	14,6	30,5	14,1	K09	
32,2			5,7	21,3															7,8	21,7		0,1		33,5	18,1		12,4	30,6	12,4	K10	
			30,4	37,8														19,6	8,2	35	6,6	23,5		45,3	24,4					K11	
26,5		16,6	7,1	22,3														25,9	40,9	30,6	38,1	29,2	24,8	34,8	33,2	20,7	25,4	27,5	15,8	K12	
			25,9	33,5													23,4	27,8	25,5	39,9	29,1	26,3		38,4	26,4					K13	
			32,6	33,1													25,4	30,2	32,1	51,9	30,5	25,7		33	25,4					K14	
			28,6	26,7													21,2	26,9	24	51,8	23,5			19,7	16,6					K15	
			32,4	28,1	22,1												29,6	34,2	29,8	42	28,5			16,9	23,7					K16	
			30,6	26,1	23,5												32,1	36,1	28,7	36	27,8			9,1						K17	
			29	25	25,5		19,6										34,8	36,9	27,2	33,6	26,8			11,7						K18	
			27,8	24	27,5		21										36,8	36,4	26,1	30,3	25,8			9,9						K19	
			26,6		30,9		23,6										38,3	34,4	24,6	27,8										K20	
			25,4		34,3		25,5								25,2		39,1	33,1		26,2										K21	
			23,9		38	15,2	26,2								26,3		38,8	31,6		24,7										K22	
					42,6	11,4	27,5								27,3		37,1	30,1		23,4										K23	
					53,2	8,5	31,6								28,1		23,1	34,2	28,5											K24	

المستقبلات																														مصادر الصوت		
RC30	RC29	RC28	RC27	RC26	RC25	RC24	RC23	RC22	RC21	RC20	RC19	RC18	RC17	RC16	RC15	RC14	RC13	RC12	RC11	RC10	RC09	RC08	RC07	RC06	RC05	RC04	RC03	RC02	RC01			
					51,9	11,8	38,7							28,7		23,8	32,1	27,1													K25	الطرق
					42,7	30	45,4							28,9	24,8	24,1	30,1	25,8													K26	
					38,4	33,3	44	21						29,4	25,5	24,8	28,8														K27	
					35,1	37,1	40,6	24,2						29,5	26	25,4	27,5														K28	
					32	27,9	18,8	25,6	22,2					30,7	26	27	26,5														K29	
					21,3	44,7	32,5	29,3	25,6					23	18,1	18,7															K30	
					28,9	17,3	14,6	26,9	22,6			24,1	24,5	31,6	28,4	30,8															K31	
					30,7	17,4	15,2	25,1	21,5			22,6	23,6	30,7	27,7	28,9	26,1														K32	
	18,4				27,5	14,4	13,6	28,6	23,1		17,8	25,6	25,5	31,5	21,3	28,9															K33	
					26,7	10,8	13,7	25,3	21		22,2	26,6	29,6	33,5	35	35															K34	
	17,6				25,2	9,2	11	27,9	23		25,1	29,1	31,4	31,4	35,1	34															K35	
	18,4					9	9,9	29,9	23,8	18,1	27	33,4	33	30	34,9	31,9															K36	
	19,6					8,8		31,1	24,8	20,9	29,4	36,2	34,4	28,6	33,9	31,2															K37	
	22,5					10		33,1	28,3	22,6	33,3	40	34,4	25	31,6	29,3															K38	
	26,6					13		34,1	32,5	27,1	36,5	40,8	32,9	22,9	29,7	26,2															K39	
	32,9							33,8	34,3	34	39,1	38,3	30,7		27,5	24,4															K40	
14,9		25,8																					14,9		2,2	31,8	31,1	20,8	40,5	A4	الطرق	
16,6		40,4																11,4	22,9		15,1	27,2	34,6		24,8	48,4	41	21,9	43,5	P4613		

جدول 12 مصدر الصوت الأعلى بالنسبة لكل مستقبل. (مرحلة المشروع، فترة النهار، ظروف سكون الرياح).

أعلى مصدر للصوت	المستقبل
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١	RC01
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١	RC02
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٢	RC03
الطريق - P4613	RC04
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٤	RC05
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١١	RC06
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٥	RC07
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٥	RC08
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١٢	RC09
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١٥	RC10
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١٢	RC11
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١٨	RC12
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٢١	RC13
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٤	RC14
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٥	RC15
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٤	RC16
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٧	RC17
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٩	RC18
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٤٠	RC19
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٤٠	RC20
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣	RC21
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٩	RC22
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٢٦	RC23
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٣٠	RC24
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٢٤	RC25
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١١	RC26
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١٥	RC27
الطريق - P4613	RC28
دبليو. إف خالدي - التوربينة ٤٠	RC29
دبليو. إف خالدي - التوربينة ١	RC30

الجدول أعلاه يوضح مصادر الصوت ذات المساهمة الأعلى بالنسبة لكل مستقبل. يقع المستقبلان RC04 و RC28، اللذان يتجاوزان إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي، بالقرب من الطريق P4613 ويشير النموذج إلى أن حالة التخطي المتوقعة ناتجة عن الضوضاء المصاحبة للحركة المرورية. لا توفر توربينات مزرعة رياح الخالدي أكثر من ٣٧.٨ ديسبل (أ) ولذلك فإن هذه الزيادة لا تعتبر مهمة بالمقارنة مع الضوضاء الناتجة عن الحركة المرورية.

٧ المناقشة والاستنتاجات

تشير هذه الدراسة إلى أن الضوضاء المنبعثة من توربينات مزرعة رياح الخالدي المقترحة لن تؤثر بشكل كبير على المستقبلات الحساسة. بالإضافة إلى ذلك، تنتج الاستنتاجات التالية عن عمليات المسح الأساسية وعملية نمذجة الضوضاء:

- أظهرت القياسات الأساسية لمستويات الضوضاء في المستقبلات الحساسة أن خمسة (٥) مستقبلات خلال أوقات النهار وسبعة وعشرين (٢٧) مستقبلاً خلال أوقات الليل كانت أعلى من حدود الضوضاء طبقاً لإرشادات البنك الدولي، وذلك في سيناريو سرعة الرياح التشغيلية.
 - بمجرد تنفيذ المحاكاة الصوتية، لم تتجاوز أي من المستقبلات الحدود المبينة بموجب إرشادات البنك الدولي/ هيئة التمويل الدولي، لأنها لم تتجاوز الحد ٤٥/٥٥ ديسبل (أ) أو الزيادة بنسبة +٣ ديسبل (أ) أعلى من مستوى الضوضاء الأساسية. هناك ثلاثة (٣) مستقبلات (RC06 و RC10 و RC25) غير مأهولة وبالتالي فإنها تستثنى من التحليل.
- أخيراً فإن مزرعة رياح الخالدي المقترحة لن تسبب أي حالات تخطي لمعايير الضوضاء في المستقبلات الحساسة في سيناريو سرعة الرياح التشغيلية.

الملحق الأول: معايير برمجيات CADNA

تأخذ برمجيات Cadna-A® بعين الاعتبار المعايير التالية وتلتزم بها:

- الطرق: RLS 90 ، DIN 18005 ، RVS 3.02 Lärmschutz ، NMPB-Routes'96 ، CRTN ، STL-86 ، طريقة التنبؤ الشمالية.
- البروتوكول الرئيسي المستخدم في برمجيات هو "Nouvelle Methode de Prevision de " NMPB-Routes'96 Bruit"، الموصى به بموجب التوجيه الأوروبي 2002/49/CE والنموذج المعياري الفرنسي الرسمي. وهو يمثل حاليًا أحد TNM الأكثر استخدامًا.
- صناعي: VDI 2714/ 2720/ 2571 ، DIN 18005 ، ISO 9613-1/2 ، ÖAL 28 ، طريقة التنبؤ الشمالية.
- السكك الحديدية: SCHALL 03 ، SCHALL03 – التأثيرات الإيروديناميكية. DIN 18005 ، AKUSTIK 04 ، TRANSRAPID ، ÖAL 30 ، CRN ، RLM2/ISO ، RLM2 ، ÖNORM S5011 ، SEMIBEL ، طريقة التنبؤ الشمالية.
- حركة المرور الجوية والمطارات: AzB ، ECAC-CEAC Doc 29.
- الأرصاد الجوية: TAL98 ، ISO 9613 ، CONCAWE.
- المراكز الرياضية: VDI 3770 ، 18.BlmSchV.
- ساحات انتظار السيارات: LFU -إصدار الدراسة لعام ٢٠٠٣.
- أخرى: Mlus92 (تلوث الغلاف الجوي)، التهيئة الألمانية TA-Lärm ، التهيئة طبقًا لتوجيه المفوضية الأوروبية رقم 2002/49 ، الطريقة الاسكندنافية بشأن الضوضاء المنبعثة من التوربينات، التقييم الاقتصادي (BUWAL، سويسرا).

الملحق الثاني: المواصفات الفنية لمقياس الضوضاء CR 811C

المواصفات الفنية	
المعايير	DIN EN 60651: ١٩٧٩ الفئة الأولى DIN EN 60804: ١٩٨٥ الفئة الأولى DIN EN 61672: ٢٠٠٣ الفئة الأولى، المجموعة العاشرة DIN EN 61260: ١٩٩٨ الفئة الأولى المرشح
الميكروفون	مكثف ميكروفون ٢/١ بوصة
تقدير الوقت	F ("سريع")، S ("بطيء")، I ("نبضي")، الذروة
تقدير التردد	القناة ١ A أو C أو Z (بدون تقييم) القناة ٢ الذروة (التقييم C)
المعامل الثنائي الأقسام	$Q = 3$ (بالنسبة لقياسات Leq)
مستويات التقييم	Leq، LAeq، مستوى الفترة الزمنية القصوى
الفاصل الزمني للقياس	النطاق العريض الفئة ١: ٢١ ... ١٤٠ ديسبل، الذروة: ١٤٣ المرشح الأوكتاف: ١٩ ... ١٤٠ ديسبل (Z) الأثلاث: ١٤ ... ١٤٠ ديسبل (Z)
البيانات المسجلة:	حسب القياس: التاريخ، الساعة، المدة، النطاق العريض، LCpeak، LZI، LZS، LZf، LCI، LCS، LCF، LAI، LAS، LAF، LCSmax، LCFmax، LAImax، LASmax، LAFmax، LCImin، LZImax، LZSmax، LZfmax، LCImax، LCImax، LCSmin، LCFmin، LAImax، LASmin، LZeq، LCEq، LAeq، LZImax، LZSmin، LZfmin، LAfTeq، LZleq، LCleq، LAleq، LZE، LCE، LAE L0.1 إلى L99.9 (إمكانية وجود ٥ قيم في نفس الوقت) للمستوى ١ LZeq، LCEq، LAeq
المرشحات	نطاق الأوكتاف: نطاقات ١٠ أوكتاف من ٣١ إلى ١٦٠٠٠ هرتز (±٢) ديسبل، LZeq، LCEq، LAeq النطاق ١:٣: ٢٩ مرشح ١:٣ من ٢٥ إلى ١٦٠٠٠ هرتز (±٢ ديسبل)، LZeq، LCEq، LAeq
الذاكرة المتاحة	١٦ ميجا بت مسموحًا بها: - ١٣٠٠ عملية قياس للنطاق العريض - ٧٧٠ عملية قياس لنطاق الأوكتاف - ٣٣٠ عملية قياس ١:٣ النطاق العريض (مثال): ١٢ يومًا كل ١٥ دقيقة
مستوى الصوت	النطاق العريض الفئة ١: ١٨ ديسبل (أ) المرشح نطاق الأوكتاف: ١٢ ديسبل (Z) بمعدل ١ كيلوهرتز النطاق ١:٣: ٧ ديسبل (Z) بمعدل ١ كيلوهرتز
التسجيل التلقائي	التسجيل/ التخزين التلقائي: ١، ١٠، ١٥، ٣٠ دقيقة، ١، ٨، ١٢ ساعة، أو حسب اختيار المستخدم القياسات المتكررة:

٢ ... ٩٩٩ عملية قياس (بالنسبة للنطاق العريض فقط)	
١٠ - ... + ٥٠ درجة مئوية / > ٩٥ % ساعة	المدى الأرضي
EN 55022: 1998 EN 61000 - 4 - 2: 1995 EN 61000 - 4 - 3: 2002 EN 61000 - 4 - 8: 1994	المعلومات الكهرومغناطيسية