



Universitat
Oberta
de Catalunya

SISTEMA D'INTEL·LIGÈNCIA DE NEGOCI PER PARCS EÒLICS AMB BOIES METEOROLÒGIQUES

Juan Castro Mayorgas
Màster Universitari en Enginyeria Informàtica
Business Intelligence

David Amorós Alcaraz
María Isabel Guitart Hormigo

Gener 2017



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	SISTEMA D'INTEL·LIGÈNCIA DE NEGOCI PER PARCS EÒLICS AMB BOIES METEOROLÒGIQUES
Nom de l'autor:	Juan Castro Mayorgas
Nom del consultor/a:	David Amorós Alcaraz
Nom del PRA:	María Isabel Guitart Hormigo
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2017
Titulació o programa:	Màster Universitari en Enginyeria Informàtica
Àrea del Treball Final:	Business Intelligence
Idioma del treball:	Català
Paraules clau	<i>Business Intelligence, ETL, OLAP, offshore wind farms.</i>
Resum del Treball (màxim 250 paraules):	
<p>S'ha implementat un sistema d'intel·ligència de negoci que permet la presa de decisions d'un conjunt de vuit parcs eòlics marítims. A partir d'una sèrie de mesures obtingudes dels sensors dels aerogeneradors i de sensors meteorològics, s'ha donat resposta a una sèrie de preguntes de negoci predefinides per avançat.</p> <p>S'ha escollit la plataforma Microsoft SQL Business Server 2014 com a base per al desenvolupament de la solució, havent-la triat després de comparar-la amb l'alternativa Pentaho. S'ha dissenyat i implementat un repositori de dades i els processos ETL necessaris per a incorporar les dades al repositori. Aquests han incorporat, entre altres, normalitzacions, seleccions, agregacions, adquisició de dades de diferents fonts i pivotacions. Posteriorment, s'ha implementat un cub amb les dues taules de fet i les tres dimensions resultants de la fase anterior. Amb l'eina d'elaboració d'informes, s'han dissenyat aquells que permeten l'usuari obtenir les dades per a interpretar-les i donar les respostes a les sis preguntes inicialment plantejades.</p> <p>Les respostes es sustenten en dades visualitzades a través de matrius i gràfics en diversos formats que inclouen funcionalitats de <i>drill-down/up</i> o <i>drill-across</i>. A més, de l'anàlisi es desprèn que, per una banda, hi ha hagut una falta de lectures en determinats dies del període d'estudi i, per l'altra banda, que la granularitat demanada pel repositori ha dificultat la interpretació d'algunes relacions entre indicadors climatològics i les mesures dels sensors aerogeneradors.</p> <p>Per a incrementar el coneixement de les dades amb la cerca de noves</p>	

relacions ocultes entre les mesures, es proposa l'ús de tècniques d'intel·ligència artificial i mineria de dades.

Abstract (in English, 250 words or less):

A Business Intelligence System has been implemented to allow business decisions related to a set of eight wind offshore farms. From measures coming from both wind turbines sensors and meteorological sensors, a set of initially introduced business related questions has been answered.

Microsoft SQL Business Server 2014 has been chosen as the development platform, after having been compared to Pentaho open suite. A data warehouse has been modeled, implemented and loaded with data using ETL processes. These ETL processes include, among others, normalizations, lookups, aggregates, different data source connections and pivots. According to the results from previous step, an OLAP cube with two fact tables and three dimensions tables has been built,. With the reporting tools, a set of the reports have been built. These reports allow the user to get and interpret the data and to provide answer to the six formulated questions.

The answers of these questions are supported on data showed in matrixes and charts that perform drill-down/up and drill-through functionalities. In addition, there have been notice that one the one hand, there have been missing some data readings at specifics dates in the analyzed time period. On the other hand, the granularity requested to the data warehouse has led to some trouble in the interpretation of relationships between meteorological and wind turbine sensors.

In order to increase the data knowledge and the searching for new hidden relationships among measures, artificial intelligence and data mining techniques are proposed.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ	1
1.1. JUSTIFICACIÓ, PUNT DE PARTIDA I APORTACIÓ	1
1.2. OBJECTIUS DEL TREBALL	3
1.3. ENFOCAMENT I METODE SEGUIT	4
1.4. PLANIFICACIÓ DEL TREBALL FI DE MASTER	5
1.5. ANÀLISI DE RISCOS.....	9
1.6. BREU SUMARI DE PRODUCTES OBTINGUTS	9
1.7. BREU DESCRIPCIÓ DELS ALTRES CAPÍTOLS DE LA MEMORIA.....	9
2. SELECCIÓ DE LA PLATAFORMA BI	11
2.1. CONEPT DE BI.....	11
2.2. ANÀLISI DE PLATAFORMES CANDIDATES.....	11
2.2.1. MICROSOFT BI.....	13
2.2.2. PENTAHO	17
2.3. ELECCIÓ DE PLATAFORMA	20
3. DISSENY DEL REPOSITORI DE DADES	23
3.1. CONEPT DE DATA WAREHOUSE	23
3.2. REGLES DE NEGOCI	25
3.3. ORIGEN I QUALITAT DE LES DADES	26
3.4. MODELITZACIÓ	28
3.4.1. CONEPTES.....	28
3.4.2. MODEL.....	32
3.5. IMPLEMENTACIÓ	36
3.5.1. INSTAL·LACIÓ DE PROGRAMARI.....	36
3.5.2. MODEL FÍSIC DEL DATA WAREHOUSE.....	41
4. CARREGA DE DADES	47
4.1. CONEPT DE PROCÉS ETL.....	47
4.2. DADES DE DIMENSIONS	48
4.2.1. DIM_FARMS I DIM_TURBINE_PARTS	48
4.2.2. DIM_DATE	48
4.3. DADES DE FETS.....	50
4.3.1. FACTS_ALARMS I FACTS_READINGS.....	50
5. ANÀLISI DE DADES	61
5.1. CONEPT DE CUB.....	61
5.2. CREACIÓ DE LA BASE DE DADES MULTIDIMENSIONAL	62
5.2.1. VINCULACIÓ AMB EL REPOSITORI	64
5.2.2. CREACIÓ DE LES DIMENSIONS.....	66

5.2.3. CREACIÓ DEL CUB.....	73
5.3. VISUALITZACIÓ DE DADES	79
6. PRESENTACIÓ DE DADES.....	83
6.1. CONCEPTES.....	83
6.2. IMPLEMENTACIÓ D'INFORMES	84
6.3. RESUM D'INFORMES ELABORATS	88
7. INFORME “OFFSHORE WIND”.....	91
7.1. PRODUCTIVITAT DELS PARCS (Q1).....	91
7.2. METEOROLOGIA I PRODUCCIÓ (Q2)	94
7.2.1. COUNSCOT.....	94
7.2.2. GREENBLUE	97
7.2.3. GUARACHICO	98
7.2.4. KIRSKEN.....	99
7.2.5. NAMPER	100
7.2.6. NORTHENCAP	101
7.2.7. POLVARS	102
7.2.8. RIAS BAIXAS	103
7.3. RELACIÓ VENT / POTÈNCIA (Q3)	104
7.4. ANÀLISI D'ALARMES (Q4).....	105
7.5. EMPRESES DE MANTENIMENT I DISPONIBILITAT (Q5)	107
7.6. METEOROLOGIA I ALARMES (Q6).....	108
7.6.1. TEMPERATURA	109
7.6.2. VELOCITAT DEL VENT	111
7.6.3. ALÇADA DE LES ONADES	113
8. CONCLUSIONS.....	117
ANEX I – SCRIPT DE CREACIÓ DEL CUB	119

LLISTA DE FIGURES

Figura 1. Generació eòlica a la península ibèrica durant setembre de 2016. Font: Red Eléctrica Española	1
Figura 2. "Quadrant màgic" de Gartner any 2016	12
Figura 3. "Quadrants màgics" de Gartner anys 2014 i 2015	13
Figura 4. Processos BI i la seva correspondència amb els mòduls BI de SQL Server.....	14
Figura 5. Solucions BI Microsoft al núvol i on-premises (blogs.technet.microsoft.com)	15
Figura 6. Arquitectura funcional de Pentaho BI (http://cognus2.bligoo.cl/)	18
Figura 7. Esquema d'un sistema de Data Warehouse	24
Figura 8. Esquema en estel.....	30
Figura 9. Esquema en floc de neu.....	30
Figura 10. Esquema en constel·lació	31
Figura 11. localització dels parcs	33
Figura 12. Model lògic del data warehouse	36
Figura 13. Instal·lació Windows Server 2012 R2.....	37
Figura 14. Opcions instal·lades de Microsoft SQL Server 2014	38
Figura 15. Entorn Microsoft Visual Studio 2015	39
Figura 16. Microsoft SQL Server Data Tools.....	40
Figura 17. Microsoft SQL Server Management Studio 2014	40
Figura 18. Model físic del data warehouse	41
Figura 19. Creació de la taula de dimensió dim_farms	42
Figura 20. Diagrama físic de la base de dades del repositori.....	43
Figura 21. Primer pas: recol·lectar	47
Figura 22. Contingut de la taula dim_farms.....	48
Figura 23. Contingut de la taula dim_turbine_parts.....	48
Figura 24. Contingut parcial de la taula dim_date	50
Figura 25. Entorn de treball per a la creació dels ETL	50
Figura 26. Parametrització de Excel Source per a la fitxa NAMPER.....	51
Figura 27. Parametrització de Derived Column per GUARACHICO	51
Figura 28. Parametrització de Union All.....	52

Figura 29. Parametrització de la caixa conditional split	52
Figura 30. Derived Column DATE_KEY	52
Figura 31. Destination Flat File per a NON_PROCESSED.TXT	53
Figura 32. Parametrització d'Aggregate	53
Figura 33. Parametrització de Derived Column 2.....	54
Figura 34. Caixa Lookup per a incloure el camp clau del parc.....	55
Figura 35. Taula de sortida d'OLE DB Destination.....	55
Figura 36. Parametrització d'Unpivot	56
Figura 37. Parametrització de Derived Column.....	56
Figura 38. Caixa Lookup per a incloure el camp clau de dim_turbine_parts	57
Figura 39. Parametrització d'OLE DB Destination.....	57
Figura 40. Diagrama ETL per a la càrrega dels fets.....	58
Figura 41. Mostra del contingut de fact_alarms.....	59
Figura 42. Mostra del contingut de fact_readings.....	59
Figura 43. Segon pas: analitzar.....	61
Figura 44. Exemple de cub (tret de msdn.microsoft.com)	61
Figura 45. Entorn de treball per a l'anàlisi de dades	63
Figura 46. Connexió al Data Source i selecció de taules	64
Figura 47. Selecció de taules i creació del Data Source View	65
Figura 48. Diagrama del Data Source View	65
Figura 49. Canvi del Friendly Name a fact_readings.....	66
Figura 50. Origen de dades per a les dimensions	66
Figura 51. Selecció del data source per a Turbine_parts i selecció dels camps	67
Figura 52. Finalització de l'assistent de la dimensió Turbine_parts.....	68
Figura 53. Assignació de nom descriptiu a Part_KEY	68
Figura 54. Creació de la dimensió Dates	69
Figura 55. Relació entre atributs per a les jerarquies de Dates.....	70
Figura 56. Finestra de propietats de l'atribut Month Name Short	70
Figura 57. Camps clau per a l'atribut month_name_short.....	71
Figura 58. Finestra d'estructura de les jerarquies de la dimensió Dates	71
Figura 59. Relació d'atributs per a farms.....	72
Figura 60. Jerarquies de farms.....	73

Figura 61. Assistent de creació de Cub.....	73
Figura 62. Selecció de taules de fet pel cub.....	74
Figura 63. Selecció de mesures pel cub	74
Figura 64. Selecció de dimensions pel cub	75
Figura 65. Assignació de nom al cub i finalització	75
Figura 66. Esquema del cub BIBO_Cub definit.....	76
Figura 67. Modificació de la mesura Availability Min a Minimum.....	77
Figura 68. Càlcul i propietats de la mesura calculada Availability	77
Figura 69. Mesura calculada Efficiency	78
Figura 70. Canvi de visible a no visible per a temperature_avg	78
Figura 71. Visualització de les jerarquies de Farms	79
Figura 72. Visualització de les jerarquies de Dates.....	80
Figura 73. Finestra de browser del cub	80
Figura 74. Visualització de dades des del cub	81
Figura 75. Exportació de dades del cub a Excel	81
Figura 76. Tercer pas: presentar	83
Figura 77. Creació del projecte BIBO_RS.....	84
Figura 78. Selecció del Cub per als reports.....	85
Figura 79. Exemple de visualització de la consulta	86
Figura 80. Exemple de resultat d'un Query Builder	86
Figura 81. Creació d'un nou informe	87
Figura 82. Entorn de treball per a dissenyar informes.....	87
Figura 83. Propietats del projecte de SSRs.....	88
Figura 84. Resum de productivitat elèctrica dels parcs	91
Figura 85. Detall de producció per dia de Polvars.....	92
Figura 86. Detall per setmanes de la producció elèctrica.....	93
Figura 87. Selecció del parc per l'anàlisi meteorològic.....	94
Figura 88. Counscot: Productivitat vs temperatura.....	94
Figura 89. Counscot: Productivitat vs velocitat del vent	94
Figura 90. Counscot: Productivitat vs altura onades	95
Figura 91. Caigudes sobtades de producció	95
Figura 92. Counscot: diagrama de punts de la productivitat vs variables meteorològiques.....	96

Figura 93. Greenblue: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	97
Figura 94. Guarachico: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	98
Figura 95. Kirsken: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	99
Figura 96. Namper: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	100
Figura 97. Northencap: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	101
Figura 98. Polvars: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	102
Figura 99. Rias Baixas: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques.....	103
Figura 100. Resum de relació vent - potència	104
Figura 101. Detall de relació vent – potència	105
Figura 102. Relació d'alarmes per component a cada parc	105
Figura 103. Relació d'alarmes per component a cada parc per unitat d'aerogenerador	106
Figura 104. Gràfic d'alarmes per parcs per empreses de manteniment.....	107
Figura 105. Detall de l'eficiència de les empreses de manteniment.....	108
Figura 106. Temperatura i alarmes (I).....	109
Figura 107. Temperatura i alarmes (II).....	110
Figura 108. Velocitat del vent i alarmes (II)	111
Figura 109. Velocitat del vent i alarmes (II)	112
Figura 110. Alçada de les onades i alarmes (I)	113
Figura 111. Alçada de les onades i alarmes (II)	114
Figura 112. Quadre de comandament.....	115

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Activitats i fites del TFM.....	5
Taula 2. Fites del TFM	7
Taula 3. Correspondència PACs amb fites del TFM	7
Taula 4. Diagrama Gantt del Treball Fi de Màster.....	8
Taula 5. Factors de risc del TFM.....	9
Taula 6. Requisits de Microsoft SQL 2014 BI.....	15
Taula 7. Requisits de Pentaho 5.2 server	18
Taula 8. Requisits per a MySQL 5.x.....	19
Taula 9. Requisits per a PostgreSQL	19
Taula 10. Requisits per a Oracle 11g	19
Taula 11. Comparació entre OLTP i OLAP	24
Taula 12. Fitxa dels parcs eòlics	26
Taula 13. Fitxa de mesures	27
Taula 14. Comparativa dels esquemes estel i floc de neu	31
Taula 15. Dimensió parcs eòlics.....	33
Taula 16. Dimensió sistemes de la turbina.....	34
Taula 17. Dimensió dates.....	34
Taula 18. Fet d'alarmes.....	35
Taula 19. Fet de lectures.....	35
Taula 20. Llistat d'informes implementats	88
Taula 21. Relació entre alarmes de components a cada parc.....	106

1. INTRODUCCIÓ

1.1. JUSTIFICACIÓ, PUNT DE PARTIDA I APORTACIÓ

L'energia eòlica és l'energia més madura, desenvolupada i eficient de totes les energies renovables. A més, es tracta d'una font d'energia neta, inesgotable, disponible pràcticament a tot el planeta, que redueix l'emissió de gasos d'efecte hivernacle i preserva el medi ambient.

Segons l'associació WindEurope (WindEurope, 2016), l'energia eòlica a Europa proporciona un volum anual de negoci de 67 bilions d'euros, 300.000 llocs de treball, cobreix sobre l'11% de la demanda europea d'electricitat i s'estima que l'any 2030 satisfarà una quarta part de la demanda d'energia elèctrica europea. A Espanya, l'AEE (Asociación Empresarial Eólica) afirma que l'energia eòlica cobreix les necessitats d'electricitat de 10 milions de llars, exporta tecnologia per més de 2.000 milions d'euros, dóna feina a més de 20.000 persones i evita l'emissió d'uns 22 milions de tones de CO2 l'any.

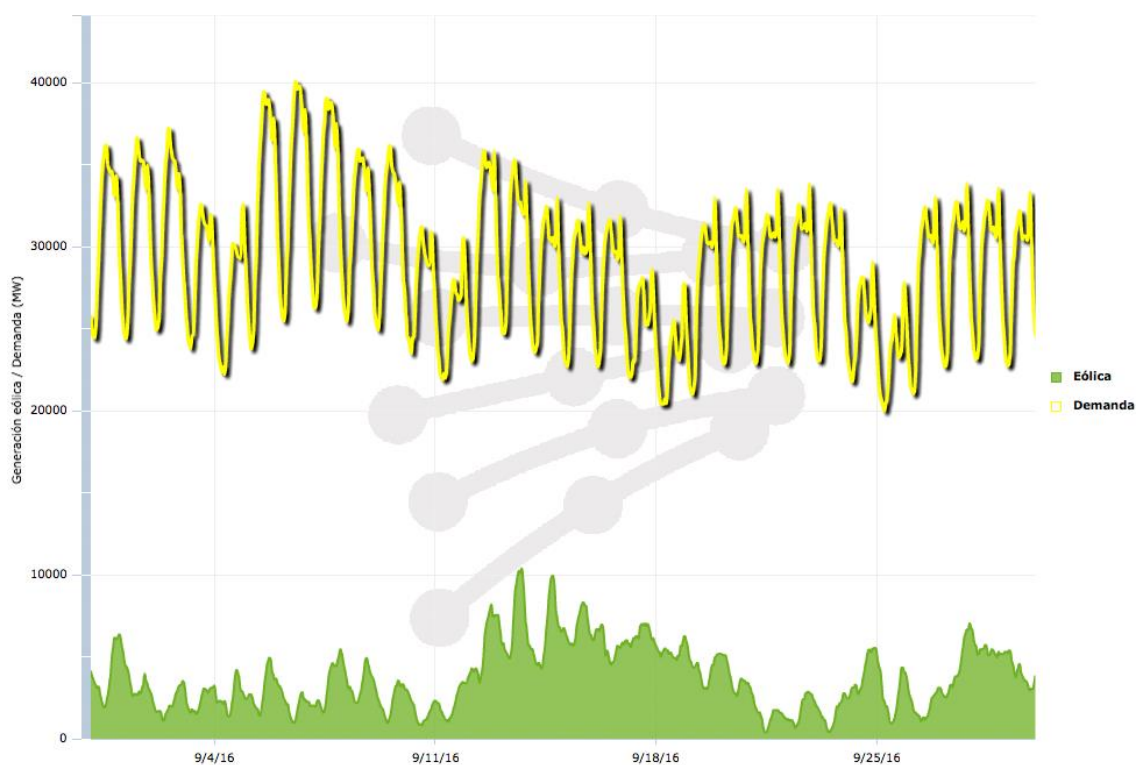


Figura 1. Generació eòlica a la península ibèrica durant setembre de 2016.
Font: Red Eléctrica Española

L'energia eòlica genera electricitat mitjançant aerogeneradors. Un aerogenerador és un dispositiu capaç de transformar l'energia eòlica en energia elèctrica. Les parts de l'aerogenerador que permeten realitzar aquesta transformació són les pales, la multiplicadora (caixa d'engranatges) i el generador, encarregat de produir l'energia elèctrica.

Els aerogeneradors que actualment es construeixen, estan plens de sensors. L'elevat nombre de dades que es recullen, pot donar molta informació sobre l'estat actual dels diferents sistemes que els componen. Indicadors com la potència, la temperatura, les vibracions o el vent ens poden ajudar en gran mesura a anticipar aturades i evitar fallades que poden arribar a ser molt costoses.

El rendiment d'un aerogenerador depèn, entre d'altres, de la seva localització geogràfica. Tot i així, un manteniment adequat permet treure més profit quan les condicions atmosfèriques són les adequades.

L'energia eòlica té un futur prometedor encara que els millors terrenys han estat ja ocupats o estan en tràmits d'autorització. I cada vegada és més difícil trobar zones amb altes velocitats de vent sense explotar. Com a solució a aquest problema apareix una nova possibilitat, l'energia eòlica offshore (al mar) on Europa és líder amb, aproximadament, el 90% del total de parcs eòlics marins (WindEurope, 2016).

A qualsevol parc eòlic, el factor decisiu és la velocitat del vent. Al mar es calcula una velocitat d'1 m/s per sobre de les zones costaneres properes a causa que al mar no existeixen obstacles i la rugositat del sòl és moltíssima menor. Això significa que en un parc eòlic offshore la producció d'electricitat al llarg de l'any és de l'ordre d'un 20% més que a terra.

El fet que els parcs eòlics offshore se situen mar endins i el seu manteniment és costós (monitoratge, actuacions, recanvis, etc.), han començat a aparèixer solucions que poden millorar aquestes activitats. Una d'elles és la col·locació d'una boia meteorològica dins el parc que permeti obtenir informació sobre les condicions del parc en tot moment. Això permet conèixer l'origen de determinades incidències al parc i preveure possibles alarmes o avaries.

La gestió intel·ligent de les dades procedents dels aerogeneradors incrementa els beneficis i redueix els costos dels operadors. L'energia eòlica és, com la solar, una font d'energia variable i necessita estar secundada per un sistema de generació gestionable que permet que l'electricitat sigui als cables amb

absència de vent. Poder, per exemple, conèixer per endavant en el temps l'augment o disminució d'electricitat generada pels aerogeneradors, permet una millora de la gestió i eficiència de la xarxa elèctrica.

Aquest treball crea un entorn d'Intel·ligència de negoci que possibilita l'anàlisi de la informació de telemetria associada als aerogeneradors i boies meteorològiques dels parcs eòlics offshore i que permet explotar millor la informació pel monitoratge, eficiència del parc i presa de decisions del seu operador.

1.2. OBJECTIUS DEL TREBALL

L'objectiu d'aquest treball és el disseny i implementació d'un sistema d'Intel·ligència de negoci que faciliti l'adquisició, l'emmagatzemament i l'explotació de dades provinents de diferents parcs eòlics on hi han instal·lades boies meteorològiques. Això permetrà poder disposar d'informació addicional sobre les condicions meteorològiques i tenir més capacitat d'anàlisi. En conseqüència, el treball tindrà els següents objectius:

- Dissenyar un repositori de dades (Data Warehouse) que permeti emmagatzemar la informació adquirida dels parcs eòlics tant pel que fa a producció com a meteorologia.
- Implementar aquest magatzem de dades i programar els processos ETL (extracció, transformació i càrrega) que permetin alimentar el Data Warehouse a partir dels fitxers base facilitats.
- Analitzar les diferents plataformes BI disponibles al mercat que ens permetin explotar la informació emmagatzemada.
- Triar i implantar una d'aquestes eines de tal forma que es disposi d'una capa de programari per l'anàlisi de la informació.

Amb tot això, com a objectius específics d'aquest treball, el sistema ha de ser capaç de donar resposta a les següents preguntes:

- Q1: Quins són els parcs eòlics més productius. No necessàriament les zones amb constants de vent més altes són les millors, de vegades la col·locació dels aerogeneradors o la tecnologia (marca, model) poden fer variar la potència generada en cada cas.

- Q2: Fer una anàlisi profunda sobre les dades meteorològiques de cada parc i la incidència sobre la producció.
- Q3: Zones amb millor relació vent/potència. Donat el cas que es vulgui ampliar un parc o crear-ne un de nou, aquesta dada ens pot ser molt útil per valorar la ubicació definitiva.
- Q4: Anàlisi d'alarmes. Veure si hi ha alguna relació entre les alarmes que es produeixen (que acostumen a aturar els aerogeneradors) i les variacions meteorològiques. Això ens pot ajudar a analitzar quins són els problemes dels parcs.
- Q5: Efectivitat de les empreses de manteniment a partir de la dada de disponibilitat. És desitjable que una empresa de manteniment minimitzi les alarmes i maximitzi la disponibilitat. Aquesta informació és vital per l'establiment dels criteris contractuals o renovar-los.
- Q6: Relacions entre variables de producció i meteorològiques. La temperatura externa en un parc pot ser un indicador de futures avaries, de la mateixa forma que ho pot ser ratxes de vent extremes molt continuades o l'alçada de les onades.

1.3. ENFOCAMENT I METODE SEGUIT

Per a la resolució del problema plantejat, se seguirà una metodologia seqüencial, on cada fase està ben acotada i es sosté de la fase anterior per a alimentar la fase següent. Les fases, que ja figuren identificades en el pla de treball, són:

- a) disseny i implementació del Data Warehouse
- b) Càrrega de dades
- c) Anàlisi de dades
- d) Presentació de dades

Per altra banda, l'elecció de la plataforma d'Intel·ligència de Negoci haurà de tenir en compte la corba d'aprenentatge, que sigui gratuïta per l'assoliment d'aquest treball, que incorpori les eines adequades per a facilitar el seu desenvolupament, que sigui viable en una hipotètica implantació empresarial i que aporti valor al Treball.

1.4. PLANIFICACIÓ DEL TREBALL FI DE MASTER

La planificació correspon a la consecució de les següents activitats i fites:

Taula 1. Activitats i fites del TFM

#	activitat	dies	inici	final
1	Preparació i planificació del TFM	11	22/09/16	03/10/16
1.1	Preliminars <i>Lectura del mòdul 1 del document Treball fi de Màster. Calendari de l'assignatura. Descàrrega de les plantilles.</i>	1	22/09/16	23/09/16
1.2	Lectura de l'enunciat <i>Lectura i anàlisi de l'enunciat del TFM. Lectura de la bibliografia recomanada.</i>	3	26/09/16	29/09/16
1.3	Elaboració del pla de treball <i>Elaboració d'aquest document segons les especificacions donades a la PAC1.</i>	4	29/09/16	03/10/16
◆ 1.4	Lliurament Pla de Treball (PAC1)			03/10/16
2	Definició del marc de treball <i>Elecció de les eines de la arquitectura del sistema: repositori, importació, processament i presentació.</i>	7	03/10/16	10/10/16
3	Disseny del repositori de dades	28	10/10/16	07/11/16
3.1	Qualitat de les dades <i>Anàlisi de la semàntica de les dades i les seves interrelacions</i>	5	10/10/16	15/10/16
3.2	Modelització <i>Modelització conceptual, lògica i física del repositori.</i>	14	15/10/16	29/10/16
3.3	Implementació del model <i>Instal·lació del software i creació física del model</i>	9	29/10/16	07/11/16
◆ 3.4	Repositori implementat			07/11/16
3.5	Creació informe seguiment PAC2	1	06/11/16	07/11/16
◆ 3.6	Lliurament PAC2			07/11/16

#	activitat	dies	inici	final
4	Càrrega de dades	11	07/11/16	18/11/16
4.1	Dissenys dels processos d'importació de dades <i>Processos d'extracció, transformació i càrrega amb l'eina escollida</i>	9	07/11/16	16/11/16
4.2	Càrrega de dades <i>Validació de les dades i execució dels processos dissenyats</i>	2	16/11/16	18/11/16
◆ 4.3	Repositori alimentat amb dades			18/11/16
5	Mapatge d'estructura multidimensional	5	19/11/16	24/11/16
6	Anàlisi de dades	19	24/11/16	13/12/16
6.1	Disseny i implementació <i>Dissenyar i implementar els processos d'anàlisi multidimensional.</i>	19	24/11/16	13/12/16
◆ 6.2	Anàlisi implementat			13/12/16
6.3	Creació informe seguiment PAC3	1	11/12/16	12/12/16
◆ 6.4	Lliurament PAC3			12/12/16
7	Presentació de dades	19	13/12/16	01/01/17
7.1	Creació d'informes <i>Creació dels informes adequats (KPIs, dashboards, ...) per a donar resposta a les preguntes plantejades.</i>	19	13/12/16	01/01/17
◆ 7.2	Informes elaborats amb les respostes			01/01/17
8	Documentació	102	29/09/16	09/01/17
8.1	Elaboració de la memòria <i>Memòria tècnica del TFM</i>	95	29/09/16	02/01/17
8.2	Elaboració de la presentació virtual	7	02/01/17	09/01/17
◆ 9	Lliurament final <i>Lliurament de la memòria tècnica, presentació virtual i desenvolupament</i>			09/01/17

#	activitat	dies	inici	final
10	Defensa del Treball Fi de Màster	3	23/01/17	25/01/17
◆ 11	<i>Fi del TFM</i>			26/01/17

El conjunt de fites son:

Taula 2. Fites del TFM

#	Fita	data
◆ 1.4	Lliurament Pla de Treball (PAC1)	03/10/16
◆ 3.4	Repositori implementat	07/11/16
◆ 3.6	Lliurament PAC2	07/11/16
◆ 4.3	Repositori alimentat amb dades	18/11/16
◆ 6.2	Anàlisi implementat	13/12/16
◆ 6.4	Lliurament PAC3	12/12/16
◆ 7.2	Informes elaborats amb les respostes	01/01/17
◆ 9	Lliurament final	09/01/17
◆ 11	Fi del TFM	26/01/17

Els lliurament de les PACs, estan gairebé alineades a fites del Treball amb la següent correspondència:

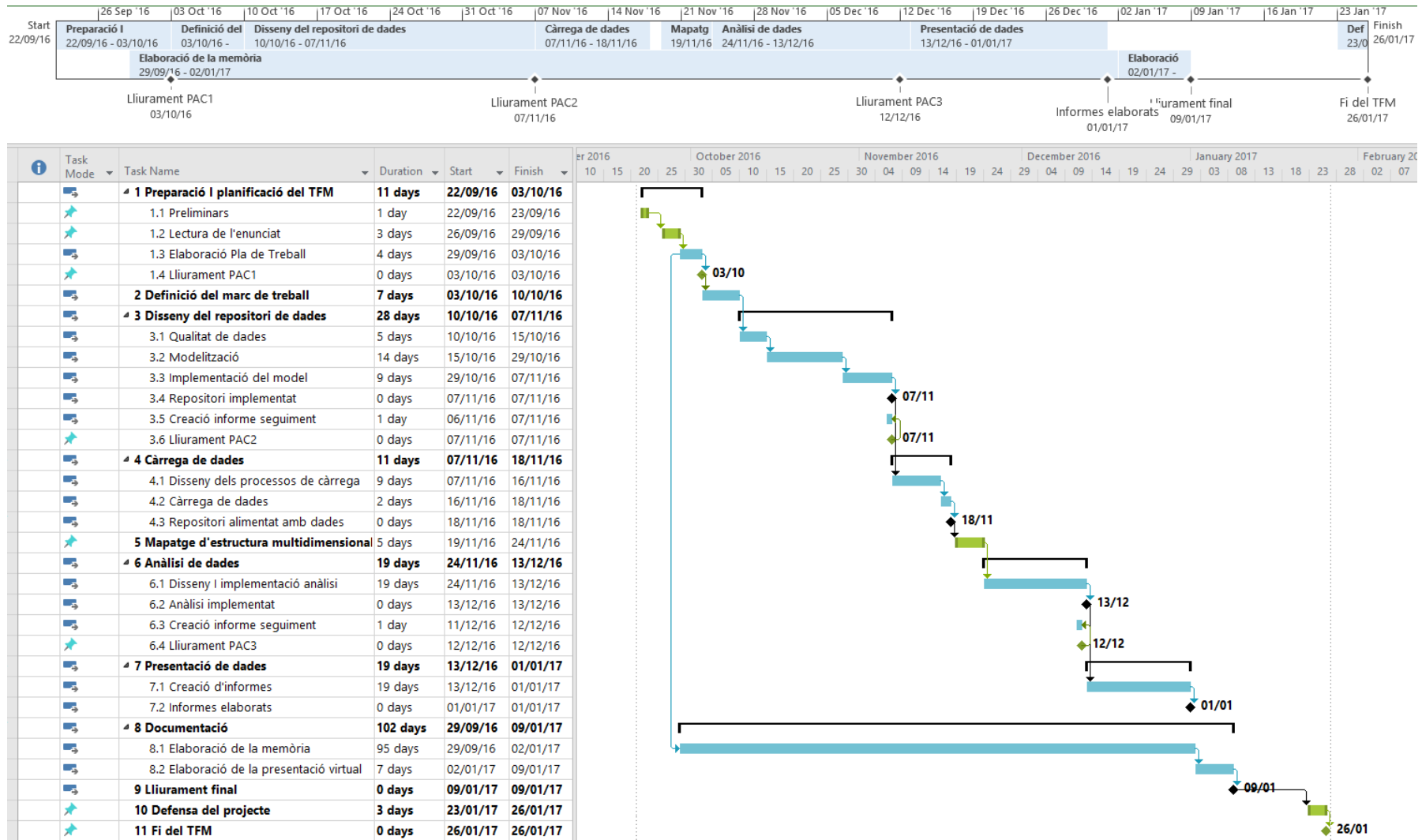
Taula 3. Correspondència PACs amb fites del TFM

PAC #	Fita
PAC 1	1.4. - Pla de treball
PAC 2	3.4. - Repositori implementat
PAC 3	6.2. – Anàlisi implementat

Tot i això, pot haver-hi moviment en el calendari a mesura que el Treball avança i com les dates de lliurament de les PACs són inamovibles, aquestes inclouen un informe de l'estat del Treball.

El diagrama GanTT del Treball Fi de Màster mostra la planificació detallada del Treball i la dependència entre les diferents activitats:

Taula 4. Diagrama Gantt del Treball Fi de Màster



1.5. ANÀLISI DE RISCOS

El Treball està suficientment acotat en l'abast com perquè el risc de no assoliment d'objectius sigui molt baix. No obstant això, cal mencionar dos factors de risc que poden influir en la qualitat del treball final. Aquests riscos són:

Taula 5. Factors de risc del TFM

Factor de risc	Grau	Mesura de mitigació
Mala selecció del marc de treball	Baix	Incrementar l'esforç personal
Alta corba d'aprenentatge	Baix	Incrementar l'esforç individual. Consultar fonts d'informació addicional.

1.6. BREU SUMARI DE PRODUCTES OBTINGUTS

Com a resultat del Treball Fi de Màster s'obtenen els següents productes:

- Un disseny de solució BI per a l'anàlisi de les dades dels parcs eòlics.
- Informes que donen resposta a les preguntes de negoci plantejades inicialment.
- Una memòria tècnica que descriu i documenta tot el procés de desenvolupament de la solució.
- Un producte format per tres projectes, encarregats cadascú d'ells d'una fase de la solució. BI.

1.7. BREU DESCRIPCIÓ DELS ALTRES CAPÍTOLS DE LA MEMORIA

Els successius capítols de la memòria estan estructurats segons l'ordre cronològic de desenvolupament del treball.

El capítol 2, "**Selecció de la plataforma BI**", exposa un criteri sobre el que seleccionar les plataformes a analitzar, s'aprofundeix sobre les característiques de les candidates i, finalment, s'escull aquella que millor resultat pot donar pel desenvolupament de la solució.

El capítol 3, “**Disseny del repositori de dades**”, comença amb l’explicació del concepte de Data Warehouse per a, tot seguit, descriure les regles de negoci que condicionaran el disseny model, el contingut i la granularitat de les dades del repositori. Segueix amb un anàlisi del tipus i qualitat de les dades originals i es dissenya el model lògic del repositori que, una vegada llistat e instal·lat el programari necessari, s’implementa en el sistema de base de dades.

El capítol 4, “**Càrrega de dades**”, descriu el concepte i etapes d’un procés ETL, seguit del desenvolupament, mitjançant l’eina d’ETL escollida, del procés que carrega les dades de lectures dels parcs al repositori d’acord al model implementat.

El capítol 5, “**Anàlisi de dades**”, explica el concepte de cub i base de dades multidimensional per a, posteriorment, implementar-la pas a pas. Una vegada construïda es mostra la seva flexibilitat alhora de navegar pel cub, amb les dades reals, visualitzant la informació de cel·les, fulles en funció dels atributs i jerarquies de les dimensions escollits.

El capítol 6, “**Presentació de dades**”, exposa la importància de la visualització de dades a l’hora de buscar informació en elles. Seguit això, s’indica pas a pas, a través de la solució escollida, dels preliminars per a crear els informes que seran la base sobre la qual poder fer l’anàlisi i donar resposta a les preguntes objectius del Treball.

El capítol 7, “**Informe “OFFSHORE WIND”**”, constitueix la culminació de tot el treball realitzat en els capítols anteriors i s’analitza i presenta la informació a través de diverses visualitzacions per a interpretar-les i respondre les qüestions inicials plantejades sobre els parcs eòlics en estudi.

Al capítol 8, “**Conclusions**”, s’analitzen els resultats assolits, d’acord amb els objectius i metodologia proposada a l’inici del Treball. També planteja possibles vies de complementació.

Finalment, s’afegeix un annex amb l’script de generació del cub.

2. SELECCIÓ DE LA PLATAFORMA BI

2.1. CONCEPTE DE BI

El glossari de termes de Gartner Inc. (la prestigiosa empresa consultora i d'investigació de les tecnologies de la informació estatunidenca), defineix BI (de l'anglès Business Intelligence) o Intel·ligència de Negoci com el *“terme genèric que inclou les aplicacions, infraestructures i eines, i millors pràctiques que permeten l'accés i anàlisi d'informació per a millorar i optimitzar decisions i rendiment”* (Gartner, 2016).

Expressat d'una forma més pragmàtica, es pot definir BI com la capacitat de transformar dades en informació, informació en dades i les dades en coneixement, i que serveixi per a donar suport a les decisions sobre el negoci de l'organització.

És a dir, les solucions BI permeten:

- Observar (què està passant?)
- Comprendre (per què passa?)
- Predir (que passarà?)
- Decidir (què fer?)

I, com es pot veure, les preguntes que formen part de l'enunciat i objectiu d'aquest treball poden classificar-se dintre d'aquests tipus de qüestions.

Les plataformes de BI fan servir múltiples tecnologies, tant a nivell d'infraestructura com de programari. Com les solucions de BI es basen en el tractament de dades històriques, que són implementats en sistemes de bases de dades, el terme BI a vegades exclou, per part d'alguns fabricants, la part d'implementació i gestió del repositori, i es focalitzen exclusivament en l'anàlisi i presentació de les dades. Altres fabricants, per altra banda, sí que presenten solucions senceres que també inclouen el Data Warehouse (DW).

2.2. ANÀLISI DE PLATAFORMES CANDIDATES

Cada any, Gartner avalua el mercat del programari d'intel·ligència empresarial (BI) i emet un informe que serveix de referència a les empreses. L'informe

“Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms” (Quadrant Màgic per a Plataformes d’Intel·ligència de Negoci i Analítiques) d’aquest any 2016 (Gartner, 2016), mostra el següent quadre resum:



Figura 2. "Quadrant màgic" de Gartner any 2016

La posició que ocupen els fabricants dintre del quadrant, venen definits pels següents eixos:

- Capacitat d’execució (*Ability to execute*): reflexa la capacitat del fabricant per a alinear-se a les demandes del mercat i el grau de satisfacció dels clients.
- Integritat de la visió (*Completeness of vision*): Avalua com els fabricants adapten les seves estratègies a les noves tendències i la innovació.

Al quadrant surten empreses que només aporten eines d’anàlisi i visualització, que corresponen a solucions que utilitzen productes de bases de dades d’altres fabricants. La plataforma que es selecciona en aquest treball ha de ser, però,

integral: capaç de la implementació del Data Warehouse, la càrrega de dades, l'anàlisi de dades i la seva presentació, donant així resposta a les preguntes formulades com a objectiu del treball.

Com a solucions de codi obert, tan sols figura Pentaho. Altres solucions com Jaspersoft i Birt (Actuate / OpenText), ja no hi figuren en el quadrant en relació a anys enrere. A la figura següent, es pot veure les posicions que tenien les solucions BI de codi lliure als quadrants dels dos anys anteriors.



Figura 3. "Quadrants màgics" de Gartner anys 2014 i 2015

Per a l'elecció de la plataforma, s'ometen aquelles que:

- no figuren al quadrant i, per tant, les seves qualitats no estarien alineades amb el mercat.
- suposen un cost econòmic pel desenvolupament del Treball.
- tenen limitades les funcionalitats en una versió gratuïta.

Amb aquestes restriccions, la llista de candidats es redueix a Microsoft BI i Pentaho.

2.2.1. MICROSOFT BI

Microsoft figura, per novè any consecutiu, com líder en el Quadrant Màgic de Gartner. La plataforma BI de Microsoft és una suite completa. Incorpora dintre del seu producte SQL Server serveis addicionals relacionats amb el BI i DW.

Els components principals són Integration Services (SSIS), Analysis Services (SSAS) i Reporting Services (SSRS):

- SSIS: Incorpora la funcionalitat associada als processos d'extracció, transformació i càrrega de dades (ETL). Mou i transforma dades entre diferents fonts origen i destí independentment del format. A més, aquests processos que alimenten el Data Warehouse es poden programar per a què ho facin amb la informació precisa i a la freqüència desitjada.
- SSAS: Aquest component incorpora la funcionalitat d'anàlisi multidimensional i mineria de dades.
- SSRS: És un servidor de generació d'informes que permet l'obtenció d'informes en múltiples formats.



Figura 4. Processos BI i la seva correspondència amb els mòduls BI de SQL Server

En paral·lel, Microsoft ha anat introduint eines addicionals d'anàlisi, visualització i reporting per a ser gestionades pels propis usuaris finals o permetre la integració amb altres productes de la família de servidors de Microsoft:

- PowerPilot: És un complement de Microsoft Excel que permet crear un model de dades a partir de diverses fonts i realitzar anàlisi sobre la informació. Les funcionalitats de Power Pilot són molt més sofisticades i de fàcil gestió que les bàsiques incloses a Excel i incorpora altres de noves com KPIs (indicadors clau de rendiment), jerarquies i perspectives.
- PowerView: Va néixer com un complement de SSRS per a integrar-se al Microsoft SharePoint. Posteriorment, va sortir la versió per a complementar Excel. PowerView proporciona una eina molt senzilla de creació i visualització de quadres de comandament, amb funcionalitats com replegar i aprofundir; tots tipus de gràfics, inclosos mapes, etc.

Per altra banda, està Microsoft Power BI. Power BI és un servei d'anàlisi de dades al núvol i posa a la disposició dels usuaris la versió escriptori (Power BI Desktop), una potent eina de visualització de dades. Power BI, permet la connexió a més de 45 tipus de fonts de dades, clar està, incloent SSAS.

Mentre que SSRS està orientat a informes paginats, dissenyats amb antelació i que requereixen de certa complexitat lògica, les visualitzacions de Power BI són interactives i basades amb HTML5. Podria considerar-se una evolució lògica de PowerPivot i PowerView.

En definitiva, Microsoft té un èxit conjunt d'eines BI i el seu full de ruta contempla l'harmonització de les eines de reporting i la simetria entre les solucions al núvol i a les instal·lacions.

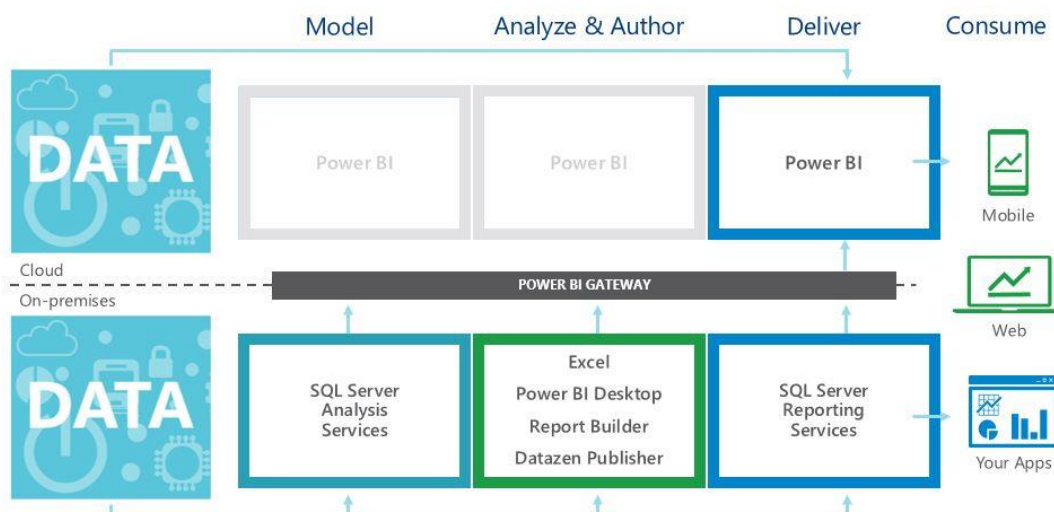


Figura 5. Solucions BI Microsoft al núvol i on-premises (blogs.technet.microsoft.com)

Com eina de desenvolupament, es disposa del SSDT (SQL Server Data Tools). El SSDT permet desenvolupar projectes de bases de dades (SSIS, SSAS, SSRS) dintre del Visual Studio (IDE de Microsoft).

Prenent com a base la versió 2014 Business Intelligence de Microsoft SQL Server, els requisits de maquinari i programari són els següents:

Taula 6. Requisits de Microsoft SQL 2014 BI

Component	Requisit
Espai en disc	Mínim: 6 GB

Component	Requisit
Memòria RAM	Mínim: 1GB Recomanat: 4GB, tenint en compte que ha d'incrementar-se segons la mida de la base de dades.
Velocitat del processador	Mínim: família x86: 1.0 GHz família x64: 1.4 GHz Recomanat: 2.0 GHz o més.
Tipus de processador	Família x64: AMD Opteron, AMD Athlon 64, Intel Xeon with Intel EM64T support, Intel Pentium IV with EM64T support Família x86: Pentium III-compatible o més ràpid.
Sistema operatiu	Windows Server 2016, Windows Server 2012, Windows Server 2008

Microsoft SQL Server pot executar-se tan en configuracions de maquinari senzilles (respectant el mínims indicats) com en entorn d'alta disponibilitat i gran capacitat, formant clústers. Per altra banda, la mida màxima d'una base de dades SQL Server 2016 és de 524.272 TBytes.

Conclusions

De la proposta de Microsoft, es destaca el següent:

- La plataforma de BI de Microsoft és una suite completa.
- És una solució d'extrem a extrem, amb total compatibilitat entre tots els seus components.
- Es una solució econòmicament a l'abast en comparació a altres solucions de pagament.
- Permet una integració fàcil amb altres frontals i eines de desenvolupament com .NET, SharePoint, Office.

- En molt casos, les empreses ja disposen de implantacions de productes de Microsoft com SQL server, SharePoint, MS Office, i poden aprofitar les inversions ja executades.
- És altament escalable.

2.2.2. PENTAHO

La plataforma Pentaho (Pentaho), és, a l'igual que Microsoft una suite completa de BI i és el líder de les solucions BI de codi obert. Basat en Java, no requereix un sistema operatiu determinat per la seva execució.

La plataforma de Pentaho aglutina diferents projectes de codi obert per a oferir una suite completa. Aquest components són:

- Data Integration: conegut com Kettle. S'encarrega de les funcionalitats ETL de la plataforma a través d'una eina visual.
- OLAP Server: Conegut com Mondrian. Permet l'anàlisi multidimensional de gran quantitat de dades.
- Data Mining: Conegut com Weka. Permet fer anàlisi de mineria de dades: classificació, regressió, agrupacions, regles d'associació.
- Reporting: Conjunt d'eines de codi obert que permeten la creació d'informes a partir de diferents fonts de dades.
- Business Analytics Platform: eina interactiva de Pentaho per a què els usuaris puguin barrejar dades procedent de diverses fonts, analitzar-les i visualitzar informes o models de predicció. Tot això sense dependre de TI.
- Report Designer: Eina gràfica que genera informes en múltiples formats (pdf, Excel, CSV, HTML,...) connectant directament amb Kettle.

Adicionalment, com a eines de disseny:

- Aggregation Designer: Consisteix d'una interfície gràfica que permet crear i desplegar taules agregades per a millorar el rendiment dels cubs OLAP de Mondrian.
- Schema Workbench: Permet, a través d'una eina gràfica, visualitzar les dades a través dels cubs OLAP de Mondrian. Així, es poden presentar les dades del cub escollint les mesures i dimensions de forma interactiva.

- Metadata Editor: És una eina que fa el mapatge entre l'estructura física d'una base de dades i el model de la lògica del negoci. Aquest mapatge queda definit en un metadata de domini.

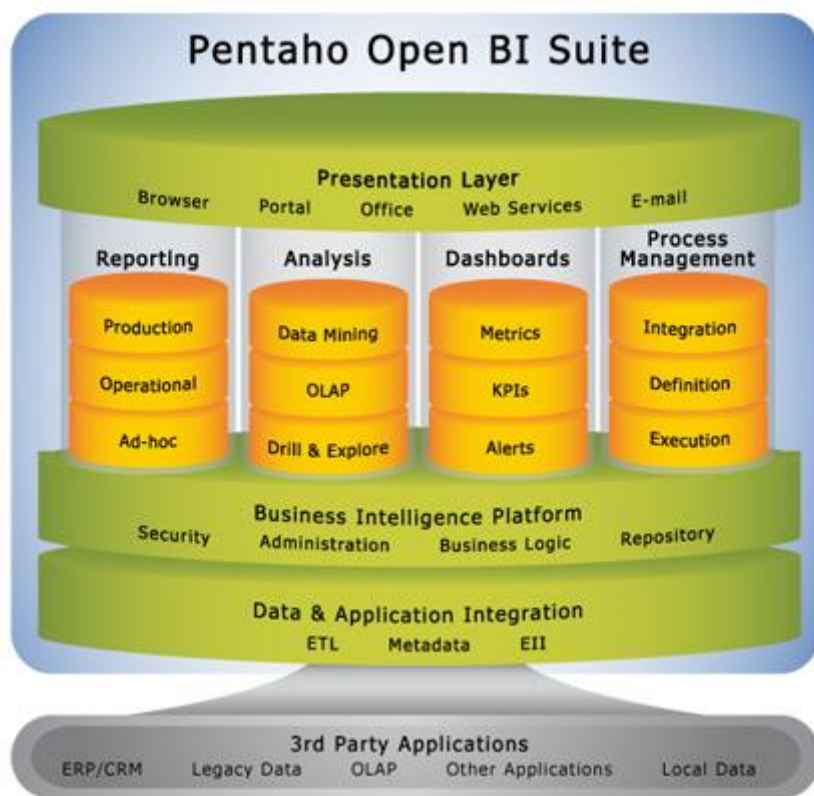


Figura 6. Arquitectura funcional de Pentaho BI (<http://cognus2.bligoo.cl/>)

La comunitat de Pentaho també disposa del Marketplace, un lloc on els desenvolupadors poden compartir els seus complements amb els administradors de Pentaho.

Així com Microsoft inclou el serveis d'anàlisi i reporting com a part del SQL Server, a Pentaho s'ha d'escollir una base de dades per a construir el repositori. En aquest sentit, el corresponent seria incorporar una base dades també de codi obert com ara mySQL o PostGres.

Taula 7. Requisits de Pentaho 5.2 server

Component	Requisit
Espai en disc	Mínim: 20 GB

Component	Requisit
Memòria RAM	Mínim: 8 GB (4 GB dedicats als servidors Pentaho)
Tipus de processador	Apple Macintosh Pro Quad-Core or Macintosh Mini Quad-Core Intel EM64T or AMD64 Dual-Core
Sistema operatiu	Apple Macintosh OS X Server 10.8 & 10.9 CentOS Linux 5 & 6 Microsoft Windows 2008 Server R2, 2012 Server R2 Red Hat Enterprise Linux 5 & 6 Solaris 10 Ubuntu Server 12.x & 14.x
Bases de dades	MySQL 5.5, 5.6 Oracle 10/11 PostgreSQL 9.1*, 9.2

Per altra banda, les següents taules indiquen els requisits per a cada tipus de base de dades:

Taula 8. Requisits per a MySQL 5.x

Component	Requisit
Sistema operatiu	Windows, família Linux, Mac OS, FreeBSD
Memòria RAM	Sense especificar un mínim.

Taula 9. Requisits per a PostgreSQL

Component	Requisit
Sistema operatiu	Windows família Linux Mac OS FreeBSD
Memòria RAM	8 GB

Taula 10. Requisits per a Oracle 11g

Component	Requisit
Memòria RAM	Mínim: 1 GB
Sistema operatiu	Asianux 2 SP2

Component	Requisit
	Asianux 3 Oracle Linux 4 Oracle Linux 5 Red Hat Enterprise Linux 4 Red Hat Enterprise Linux 5 SUSE Linux Enterprise Server 10

Conclusions

De la proposta de Pentaho, es destaca el següent:

- És una suite completa de BI multi-plataforma composta per diferents projectes de codi obert.
- El cost d'infraestructura és baix amb un curt temps d'integració.
- La comunitat de suport és molt àmplia.
- Obert a tot tipus de font de dades externes.
- A la versió de codi obert li manquen mòduls/funcionalitats que només estan disponibles a la versió comercial.
- Al tractar-se de projectes diferents, les interfícies no tenen un estil comú.
- Les eines visuals són menys potents que les de Microsoft BI.

2.3. ELECCIÓ DE PLATAFORMA

Totes dues propostes són vàlides per al desenvolupament d'aquest Treball: disposen de les eines necessàries i la inversió econòmica és inexistent¹. Per

¹ Tot el programari de Microsoft necessari per aquest treball s'obté de forma gratuïta per finalitats acadèmiques a través de l'acord entre l'UOC i Microsoft. El programari es descarrega des de <http://www.onthehub.com> amb les credencials d'usuari de la UOC de l'autor d'aquest Treball

tant, el criteri utilitzat serà el valor afegit que pot aportar l'elecció d'una plataforma o altre. I en aquest sentit, la opció Microsoft resulta guanyadora per les següents raons:

- Altres Treballs de Fi de Grau o de Màster trobats a la xarxa, d'aquesta o altres universitats, fan servir una versió de codi obert, per la qual cosa, el present Treball ja aporta un diferencial.
- Totes les eines de desenvolupament i de base de dades pertanyen al mateix fabricant, i, per tant, existeix una coherència natural entre les interfícies de cada mòdul o producte.
- La inversió en coneixement adquirits i aplicats en aquest treball tindran un retorn més segur en la solució Microsoft que en la solució Pentaho.

3. DISSENY DEL REPOSITORI DE DADES

3.1. CONCEPTE DE DATA WAREHOUSE

Un Data Warehouse (repositori o magatzem de dades) és una base de dades que emmagatzema i consolida dades actuals i històriques de diferents orígens amb la finalitat de facilitar la presa de decisions i altres finalitats analítiques.

La idea de Data Warehouse va ser suggerida per William H. Inmon (1945), considerat el pare del Data warehousing. William va definir data Warehouse com “*a subject-oriented, integrated, time-variant, and nonvolatile collection of data in support of management’s decision-making process*”. Aquesta definició aporta les característiques principals d’un data Warehouse:

- Orientat a un tema (*Subject-oriented*): està dissenyat per a donar informació sobre un tema en particular com a conjunt (clients, productes, parcs eòlics!), focalitzant-se en la modelització i anàlisi de les dades per a la presa de decisions, excloent informació no rellevant. El data Warehouse no es centra en les operacions o transaccions diàries.
- Integrat (*Integrated*): Les dades del data warehouse provenen de fonts diverses com bases de dades relacionals, arxius plans, registres de transaccions, etc. A més, la informació es processa, i transforma si cal, abans de ser integrada per tal d’assegurar la consistència entre les diferents fonts de dades.
- Variable en el temps (*Time-variant*): Les dades en un data warehouse es mantenen al llarg del temps i, per tant, donen informació des de una perspectiva històrica (per exemple des de 5 – 10 anys enrere), possibilitant, entre d’altres, l’anàlisi de tendències.
- No volàtil (*Nonvolatile*): Les dades del data Warehouse són estables: no es modifiquen ni s’esborren. El repositori existeix per a ser llegit i quan noves dades arriben s’hi afegeixen sense cap tipus d’acció sobre les dades ja existents.

Per altra banda, Ralph Kimball (1944) va ser un dels principals arquitectes de data Warehouse i el va definir com “*a system that extracts, clean, conforms source data into a dimensional data store and then supports and implements querying an analysis for the purpose of decision making*”.

La Figura 7 esquematitza un sistema de repositori de dades. Dades procedents de diferents fonts són carregades al Data Warehouse després de passar per un procés intermedi (descriu i desenvolupat en el capítol 4) i que consolida les dades en un repositori comú i multidimensional que faciliti les consultes i l'anàlisi.

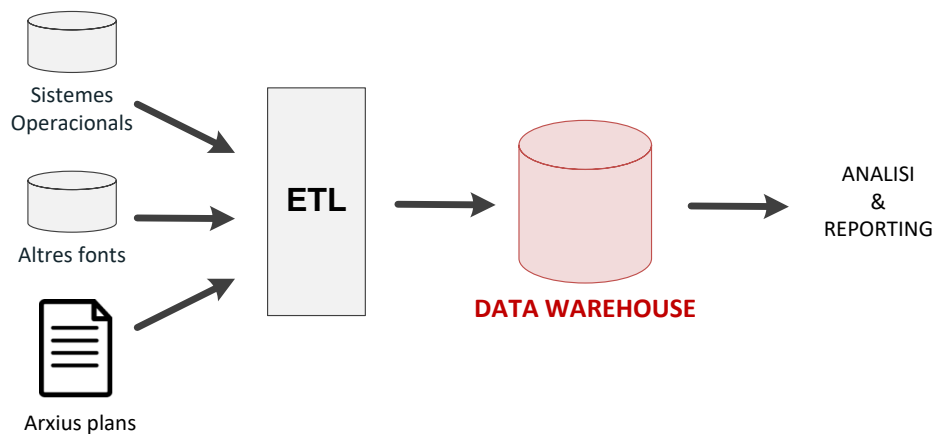


Figura 7. Esquema d'un sistema de Data Warehouse

El data Warehouse està enfocat per a servir processos analítics (OLAP) mentre que una base de dades relacional està enfocada per el processament transaccional (OLTP). La següent taula mostra les principals diferències entre aquests dos tipus de processament:

Taula 11. Comparació entre OLTP i OLAP

	OLTP	OLAP
Tipus d'usuari	TI, oficina	Coneixement
Funció	Operacions diàries	Suport a la presa de decisió
Disseny de la BD	Orientat a l'aplicació	Orientat al tema
Data	Actual i detallada	Històrica, resumida
Us	Repetitiu	Ad-hoc
Accés	Lectura / escriptura	Lectura
Unitat de treball	Transacció	Consulta
Nombre de registres accedits	Decenes	Milers/milions
Mida de la DB	MB, GB	GB – TB

	OLTP	OLAP
Mètrica	Rendiment de les transaccions	Temps de resposta a la consult

3.2. REGLES DE NEGOCI

Per tal de poder modelar adequadament el problema, s'exposen les principals regles de negoci, així com els principals actors i conceptes:

- Es vol situar els parcs eòlics offshore a nivell de mar o oceà. Es tindrà informació del país al que pertanyen les aigües. Cada parc estarà geo-localitzat per saber la ubicació exacta.
- Generalment cada aerogenerador envia dades cada deu minuts, tot i que de vegades es poden obtenir dades en freqüències més petites. Es vol, però, que el sistema emmagatzemi les dades amb una granularitat diària. Podent-se fer agrupacions a nivell mensual i anual.
- No tindrem informació detallada dels aerogeneradors dels parcs eòlics. Només tindrem uns atributs per cada parc amb la potència dels aerogeneradors i el nombre d'aerogeneradors (suposarem que dins un parc tenim el mateix model).
- Quan es produeix una alarma, aquesta ve informada amb el sistema on s'ha produït l'alarma: Pitch (pales), Multiplicadora, Generador o Altres per la resta de parts de l'aerogenerador. El que rebrem serà informació resumida per cada parc.
- Tindrem un indicador sobre la disponibilitat mitjana del parc. Això ens permetrà saber quin percentatge del temps no s'ha produït.
- Tindrem informació de quina empresa és l'encarregada de portar el manteniment d'un parc. Tanmateix també sabrem quina empresa explota un parc i per tant el gestiona.
- Es preveu poder analitzar dades numèriques diàries sobre:
 - la potència generada, o millor dit: energia generada
 - la velocitat mitjana del vent
 - la temperatura mitjana externa
 - les alarmes produïdes

- l'alçada mitjana de les onades
- disponibilitat mitjana del parc (%)
- actuacions realitzades

3.3. ORIGEN I QUALITAT DE LES DADES

La informació procedeix d'un arxiu Excel anomenat DATAOFFSHORE.XLSX amb nou fitxes. La descripció de cadascuna de les fitxes és la següent:

a) Fitxa OFFSHORE WIND FARM

Aquesta fitxa conté la informació sobre els parc eòlics que s'analitzen. La descripció dels camps és:

Taula 12. Fitxa dels parcs eòlics

Nom de columna	Descripció	Valors	Valor mostra
NAME	Nom de la granja.	COUNSCOT GREENBLUE GUARACHICO KIRSKEN NAMPER NORTHENCAP POLVARS RIAS BAIXAS	NAMPER
COUNTRY	País de la granja	DENMARK GERMANY IRELAND NORWAY POLSKA SPAIN UK	DENMARK
AEROGEN	Marca de l'aerogenerador	ALSTON ENERCON GAMESA VESTAS	VESTAS
POWER	Potència de cada aerogenerador	2.0 MW 2.5 MW 3.0 MW	2.5 MW
NUMBER	Nombre d'aerogeneradors al parc	Numèric	40

Nom de columna	Descripció	Valors	Valor mostra
OPERATOR	Operador del parc	ACTIONAK EOLIAGER EUROWIND	ACTIONAK
MAINTAINER	Mantenidor	CUPRA GDEP MANWIN	CUPRA
X	Latitud (GPS)	decimal	55,223968
Y	Longitud (GPS)	decimal	16,986964

b) Fitxes de lectures

Les 8 fitxes restants corresponen a les dades de lectura dels 8 parcs (una fitxa per cadascú d'ells), en intervals de 10 minuts, durant el període de tres mesos, des del 1 de març al 31 de maig de 2016. Els noms de les fitxes corresponen als noms dels parcs (NAMPER, RIAS BAIXAS, GUARACHICO, KIRSKEN, POLVARS, COUNSCOT, GREENBLUE i NORTHENCAP). La descripció dels seus camps és:

Taula 13. Fitxa de mesures

Nom de columna	Descripció	Valors possibles	Valor mostra
DATE	Data i hora de la lectura	dd/mm/aaaa hh:mm:ss DATE < data actual	31/05/2016 20:20:00
POWER (MW/H)	Energia generada en el tram. Encara que el títol de la columna sigui KW/H, la mesura i valors sembla relacionats a KW·H i energia (treball) durant el tram.	decimal [0, max.(granja)]	4915,2621
WIND SPEED	Velocitat del vent en aquell moment	Decimal [0, 100]	25,5
TEMP	Temperatura en aquell moment	Decimal (0, 30]	8
AVAILABILITY	Disponibilitat durant el tram dels 10 minuts	Decimal	99,4375

Nom de columna	Descripció	Valors possibles	Valor mostra
		[0, 100]	
WAVE HIGHT	Alçada de les onades en aquell moment	Integer [0, 30]	6
REPARATION TIME (H)	Temps de reparació acumulat per solucionar les alarmes que s'han solucionat fins aquell moment.	Integer [0, 10]	7
ALARMS GEARBOX	Alarmes actives de Gearbox (multiplicadora) durant el tram	Integer [0, 10]	2
ALARM GENERATOR	Alarmes actives de generador durant el tram	Integer [0, 10]	1
ALARM ROTOR	Alarmes actives de rotor durant el tram	Integer [0, 10]	0
ALARM OTHER	Altres alarmes actives durant el tram	Integer [0, 10]	1

Tots els valors que figuren fora del rang establert haurien de ser considerats sospitosos i, per tant, apartats per a ser verificats abans d'importar-se al repositori. Per exemple, que hi hagin 11 alarmes actives de rotor durant un tram podria ser perfectament viable però potser valdria la pena verificar la lectura quan el valor màxim assolit entre un total de 102.568 lectures ha sigut de 2.

3.4. MODELITZACIO

3.4.1. CONCEPTES

En un Data Warehouse, hi ha dos entitats principals:

- **Dimensions:** defineixen el quan, el qui, el on i el per què de les dades. És a dir, són els valors per on es voldran fer les cerques. Contenen els atributs associats a la dimensió. Les dimensions categoritzen els fets permeten que siguin filtrats, agrupats i etiquetats.

Les dimensions poden organitzar-se en una o més jerarquies. Les jerarquies permeten agrupar dades a diferents nivells. Per exemple: Ciutat - Província - País, Data - Setmana - Any, Data – Mes – Any.

- Fets: Contenen la informació que es vol analitzar. Aquesta informació acostuma a ser numèrica i correspon a mesures registrades o calculades. Aquestes poden ser:
 - Additives: Són les més flexibles i útils ja que poden ser agregades en qualsevol dimensió associada al fet. Per exemple, vendes mensual per a obtenir vendes anuals.
 - Semi-additives: Poden ser agregades en algunes dimensions però no en totes. Per exemple, el balanç de les comptes dels pot ser agregat en la dimensió client, però no en la dimensió temps.
 - No-additives: No es poden agregar en cap dimensió,. Per exemple els percentatges.

Una altra concepte associat a l'entitat fets és la granularitat. Aquesta és el nivell de detall que es vol mantenir. La decisió del nivell de granularitat dependrà de les necessitats del negoci, tenint en compte que a major granularitat major serà el volum de dades que mantindrà el repositori però, al mateix temps, es podrà aprofundir amb major detall en les consultes.

Fets i dimensions es modelitzen com a taules en el data Warehouse i es representen segons els següents tipus d'esquemes:

- Esquema d'estel: Una taula de fet en el mig i connectada a un conjunt de taules de dimensió. Cada taula de dimensió conté tots els atributs de la dimensió. És, normalment, una solució no normalitzada.
- Esquema de floc de neu: És un refinament de l'esquema en estel on jerarquies de dimensions són normalitzades en un conjunt més petit de taules de dimensió, prenent una forma similar a un floc de neu. Les taules de dimensió normalitzades contenen la clau primària de la dimensió, juntament amb la o les claus foranies.
- Esquema de constel·lació o galàxia: Múltiples taules de fet comparteixen taules de dimensió. El nom el pren perquè l'esquema és vist com un conjunt d'esquemes d'estel.

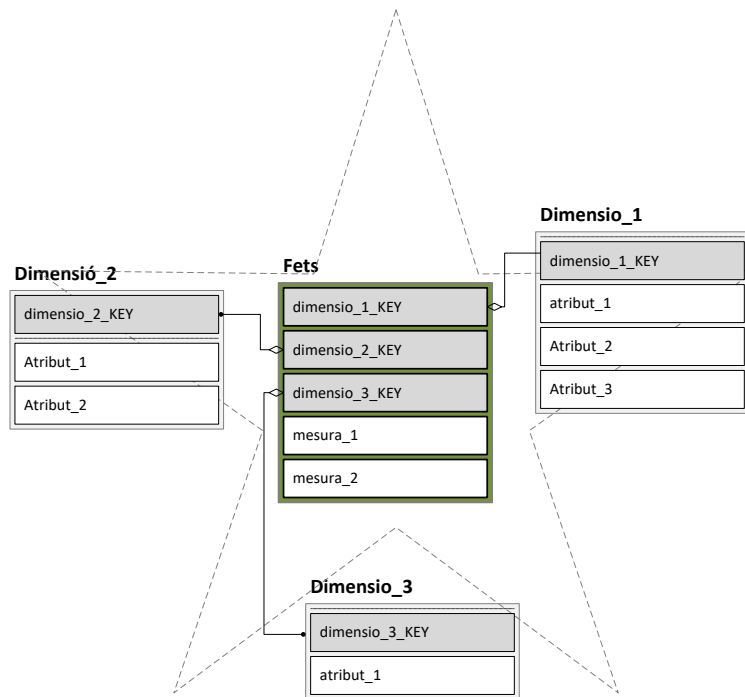


Figura 8. Esquema en estel

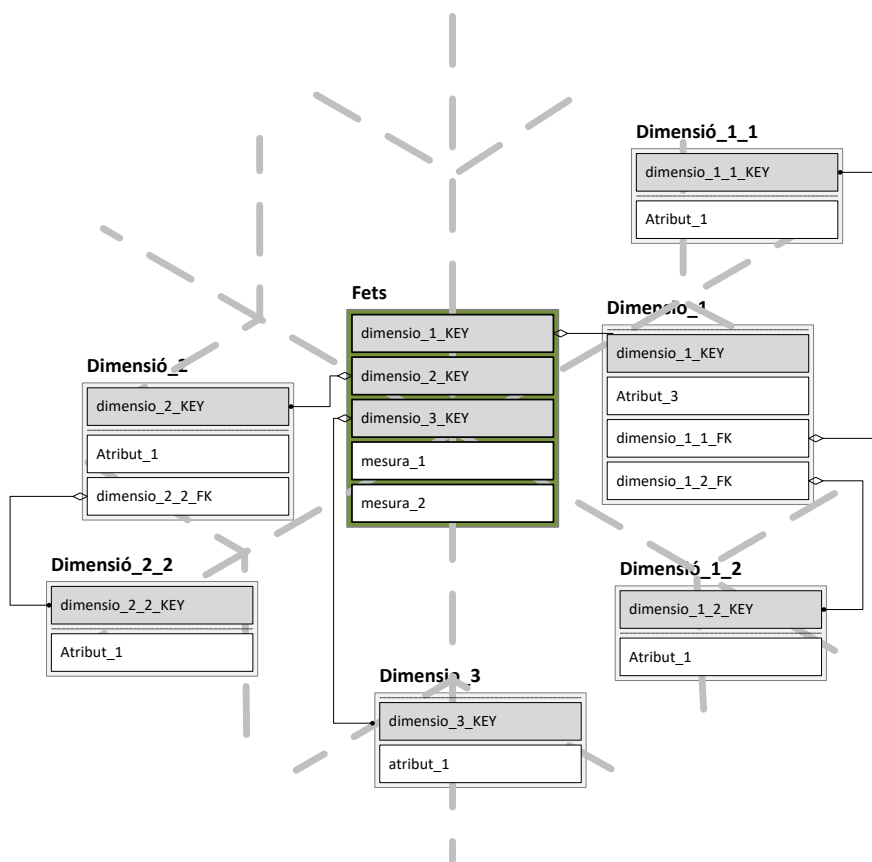


Figura 9. Esquema en floc de neu

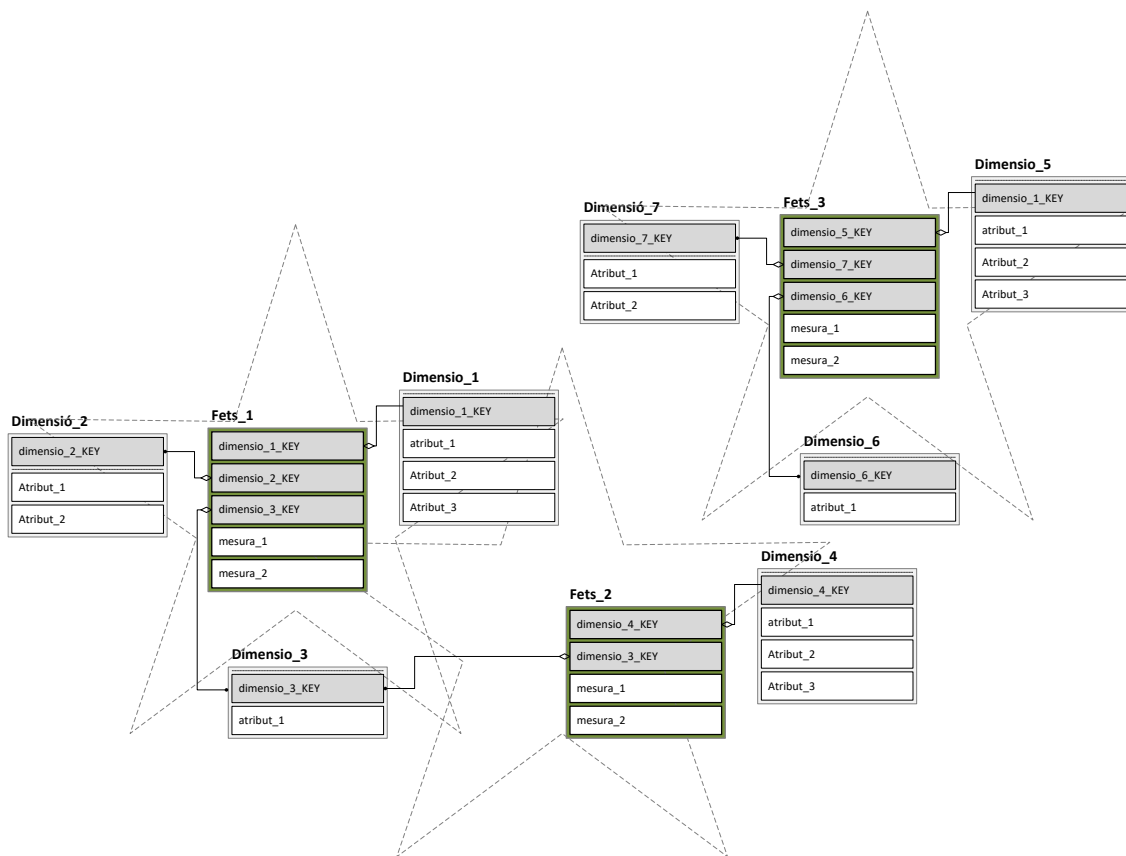


Figura 10. Esquema en constel·lació

Tots dos sistemes, estel i floc de neu, tenen els seus avantatges i desavantatges:

Taula 14. Comparativa dels esquemes estel i floc de neu

	Esquema floc de neu	Esquema d'estel
Cost de canvi o manteniment	No hi ha redundància. Per tant, fàcil d'efectuar canvis.	La redundància fa que els canvis siguin més costosos.
Facilitat d'ús	Consultes més complexes i, per tant, més difícils d'entendre.	Consultes simples i fàcils d'entendre.
Rendiment de les consultes	Més claus foranies i, per tant, temps d'execució més llarg.	Menor nombre de claus foranies i, per tant, consultes més ràpides.
Nombre de joins	Alt	Baix.
Taules de dimensió	Pot tenir més d'una taula de dimensió per dimensió	Només una taula de dimensió per dimensió.
Normalització	Taules de dimensió estan normalitzades	Taules de dimensió no estan normalitzades.

	Esquema floc de neu	Esquema d'estel
Anàlisi	Pot afectar al rendiment del cub	Alt rendiment
ETL	Processos més senzills	Processos més complexos

3.4.2. MODEL

Per al disseny del model del data Warehouse d'aquest treball, es prenen les següents decisions:

- Les alarmes constituïran una taula de fets separada. D'aquesta manera es normalitza aquesta informació, deixant a la taula de fet el codi de sistema i el nombre d'alarmes. Aquesta normalització permet major flexibilitat. Per exemple, si s'afegeixen lectures d'alarmes d'un nou sistema, només s'hauria d'afegir-lo a la dimensió.
- Els sistemes dels quals es llegeixen lectures d'alarmes constituïran una nova dimensió.
- Les lectures es produeixen cada 10 minuts, però l'enunciat demana emmagatzemar les dades amb granularitat diària. Això vol dir resumir $6 * 24 = 144$ lectures en 1 de sola. Per a mantenir informació de la variabilitat de les mostres del dia, es calcularan els indicadors estadístics de mitjana aritmètica, valor mínim i valor màxim per a les lectures de velocitat del vent, temperatura, altura de les onades i disponibilitat. Per als camps de temps de reparació i power (entès com treball) es guarda la suma i per al nombre d'alarmes la mitjana de la fracció de 10 minuts, convertit a unitat de dia per mantenir la consistència amb la resta d'indicadors.
- Tot i que parcs i mantenidors no tenen una relació 1 a 1, es decideix mantenir-los en una mateixa dimensió. D'aquesta forma es tindria una jerarquia mantenidor – parc. Si més endavant el mantenidor canviés es podria crear un nou parc amb la nova informació.
- L'operador està sempre lligat amb el parc. Tindria la jerarquia operador – parc.
- Tot i que l'enunciat requereix fer agrupacions per mesos o anys, aquí s'ha estès també a setmanes (anys – setmanes).

- Segons la fitxa OFFSHORE WIND FARM, l'aerogenerador ALSTON figura amb dues potències diferents segons el parc. Això s'interpreta com que són models diferents de la mateixa marca. Per tant, la potència serà equivalent a una referència a la marca de l'aerogenerador.
- S'afegeixen els camps location_area i country_iso. Location_area pretén associar arbitràriament les coordenades geogràfiques a un àrea en concret:

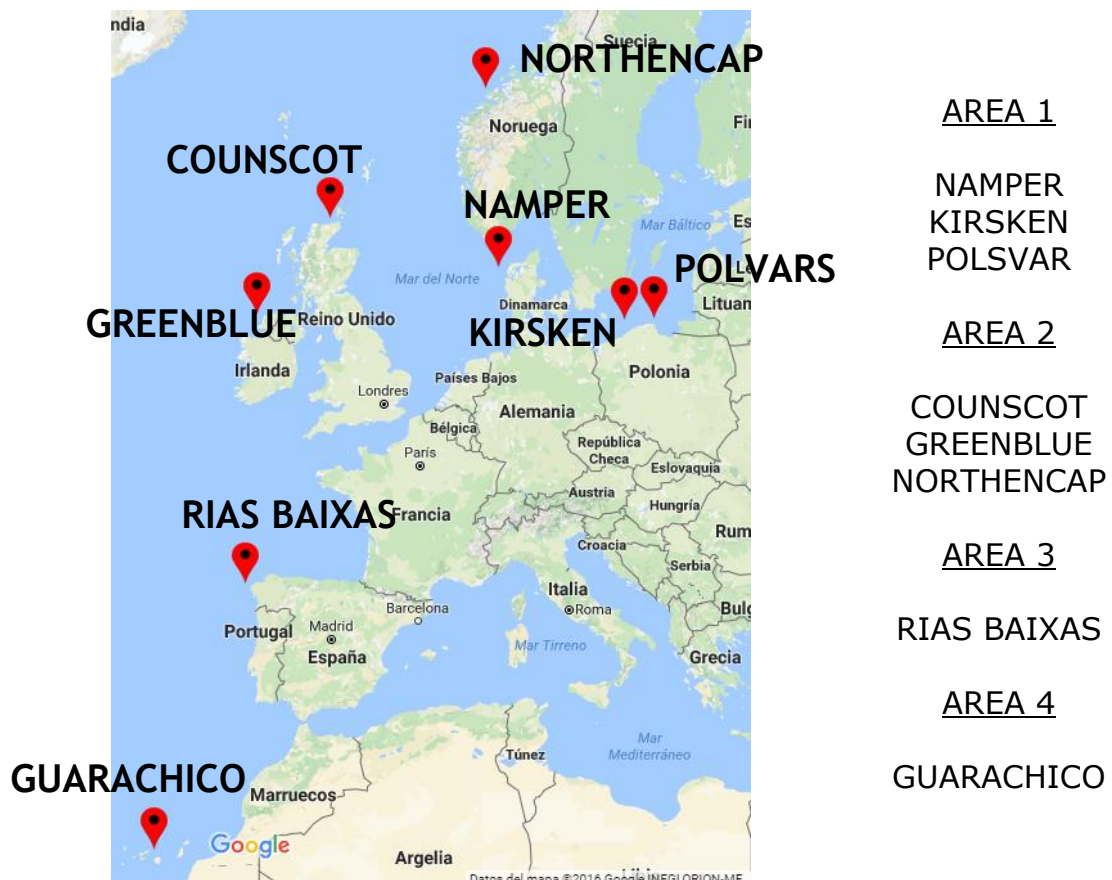


Figura 11. localització dels parcs

L'esquema escollit pel model és el de constel·lació, format per dos estels. Basant-se en aquest esquema, i d'acord a les regles de negoci exposades en l'apartat 3.2. , el model lògic del data Warehouse estarà constituït per la següent estructura:

Taula 15. Dimensió parcs eòlics

Nom	dim_farms
-----	-----------

Contingut	Informació de les parcs eòlics
Clau primària	farm_KEY
Atributs	name - nom del parc country - país al que pertany country_iso - codi ISO del país aerogen - marca del aerogenerador power - potència de cada generador model - model de l'aerogenerador (associat a la potència) number - nombre d'aerogeneradors al parc maxpower - potència màxima del parc (calculat de power * number) operator - empresa operadora del parc mantainer - empresa mantenedora dels aerogeneradors del parc x - latitud geogràfica del parc y - longitud geogràfica del parc location_area - area geogràfica del parc
	mantainer – aerogen – model - name country – name country_iso – name location_area – name operator – name aerogen – model - name

Taula 16. Dimensió sistemes de la turbina

Nom	Dim_Turbine_Parts
Contingut	Informació dels sistemes de les turbines dels quals s'enregistren alarmes
Clau primària	part_KEY
Atributs	name - nom de la part
Jerarquies	Cap

Taula 17. Dimensió dates

Nom	Dim_Date
Contingut	Dates
Clau primària	date_KEY
Atributs	str_date_YMD - data (yyyy/mm/dd) str_date_DMY - data (dd/mm/yyyy) sqldate - data format SQL day_of_week_number - dia de la setmana (número)

	day_of_week_name - dia de la setmana (nom) day_of_month - dia del mes week_number - setmana de l'any month_number - mes de l'any (numero) month_name_short - mes de l'any (abreviatura) month_name_long - mes de l'any (nom) year - any
Jerarquies	year – month_name_short – date year – month_name_long - date year – week_number – date

Taula 18. Fet d'alarmes

Nom	fact_alarms
Contingut	Lectures de les alarmes. Cada lectura correspon la combinació d'una data, part de turbina i granja.
Claus foranies	Date_KEY, part_KEY, farm_KEY
mesures	alarms_avg - nombre d'alarmes (mitjana diària)

Taula 19. Fet de lectures

Nom	fact_readings
Contingut	Lectures de les boies meteorològiques i dels aerogeneradors. Cada lectura correspon a les mesures d'una data i granja.
Claus foranies	date_KEY, farm_KEY
mesures	power - energia generada (suma) wind_speed_avg - velocitat del vent (mitjana) wind_speed_min - velocitat del vent (mínim) wind_speed_max - velocitat del vent (màxim) temperature_avg - temperatura ambiental (mitjana) temperature_min - temperatura ambiental (mínim) temperature_max - temperatura ambiental (màxim) wave_height_avg - altura onades (mitjana) wave_height_min - altura onades (mínim) wave_height_max - altura onades (màxim) availability_avg - disponibilitat del parc (mitjana) availability_min - disponibilitat del parc (mínim) availability_max - disponibilitat del parc (màxim) reparation_time - temps de reparació (suma)

L'esquema gràfic del model queda representat com:

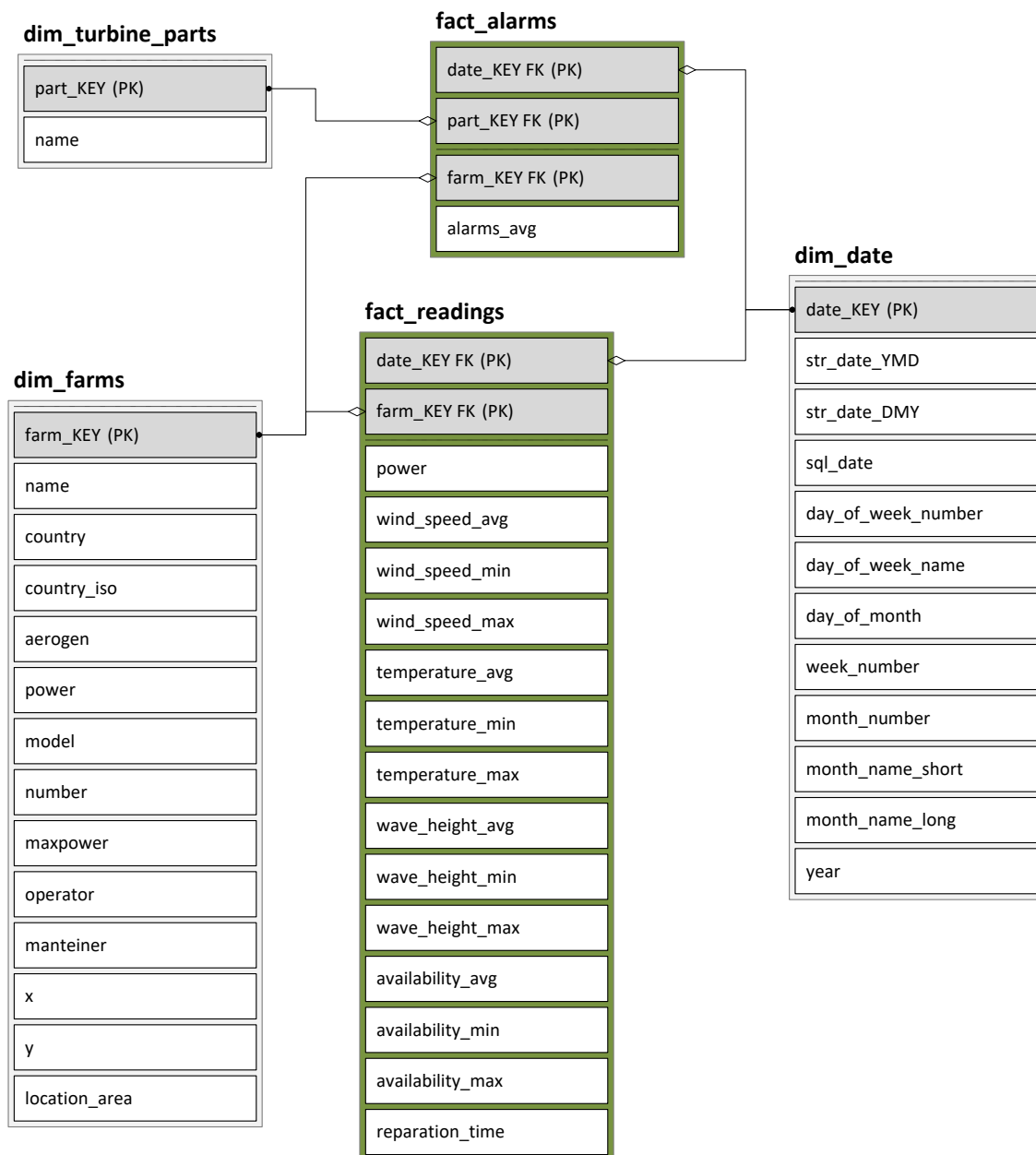


Figura 12. Model lògic del *data warehouse*

3.5. IMPLEMENTACIÓ

3.5.1. INSTAL·LACIÓ DE PROGRAMARI

Per a la creació, desenvolupament i explotació del sistema de BI, es farà servir una estructura client – servidor, on el servidor tindrà el motor de base de dades i resta de sistema BI, i el client les eines i interfícies de disseny i explotació del sistema.

Com a servidor es crea una màquina virtual amb 4 Cores CPU Intel i7, 5.4 GB de RAM i 80 GB de disc. Sobre aquesta màquina virtual s'instal·la el següent programari:

1. Windows Server 2012 R2 (64 bits)

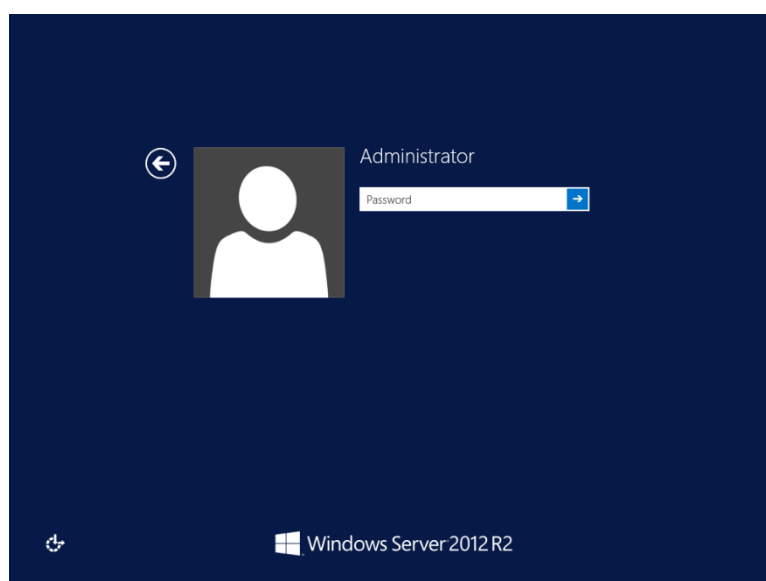
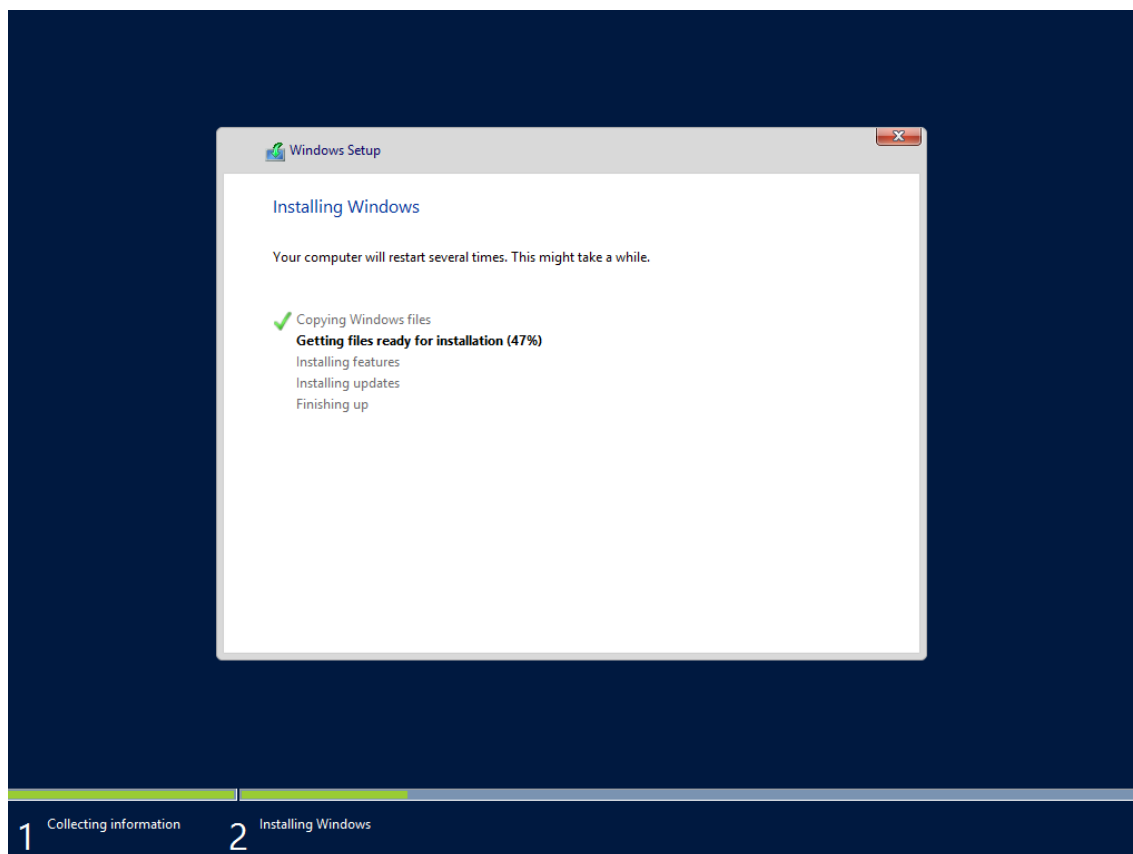


Figura 13. Instal·lació Windows Server 2012 R2

2. SQL Server 2014 Business Intelligence and Service Pack 2 (x64)

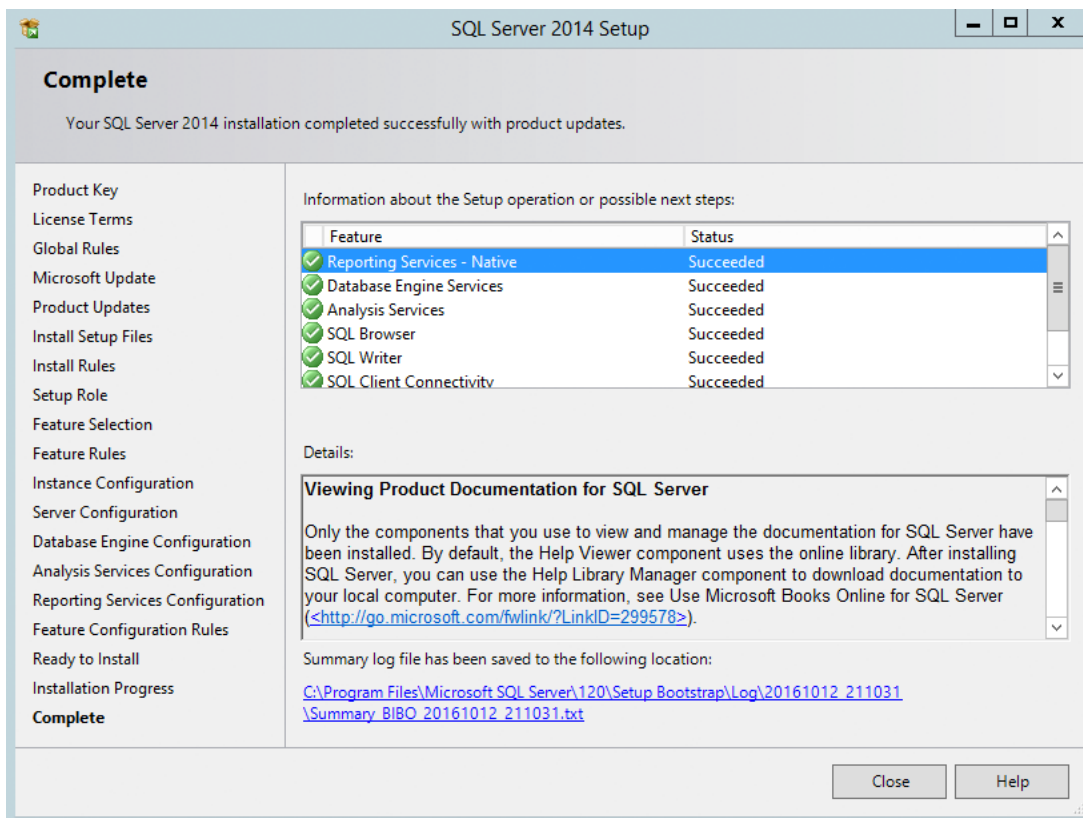
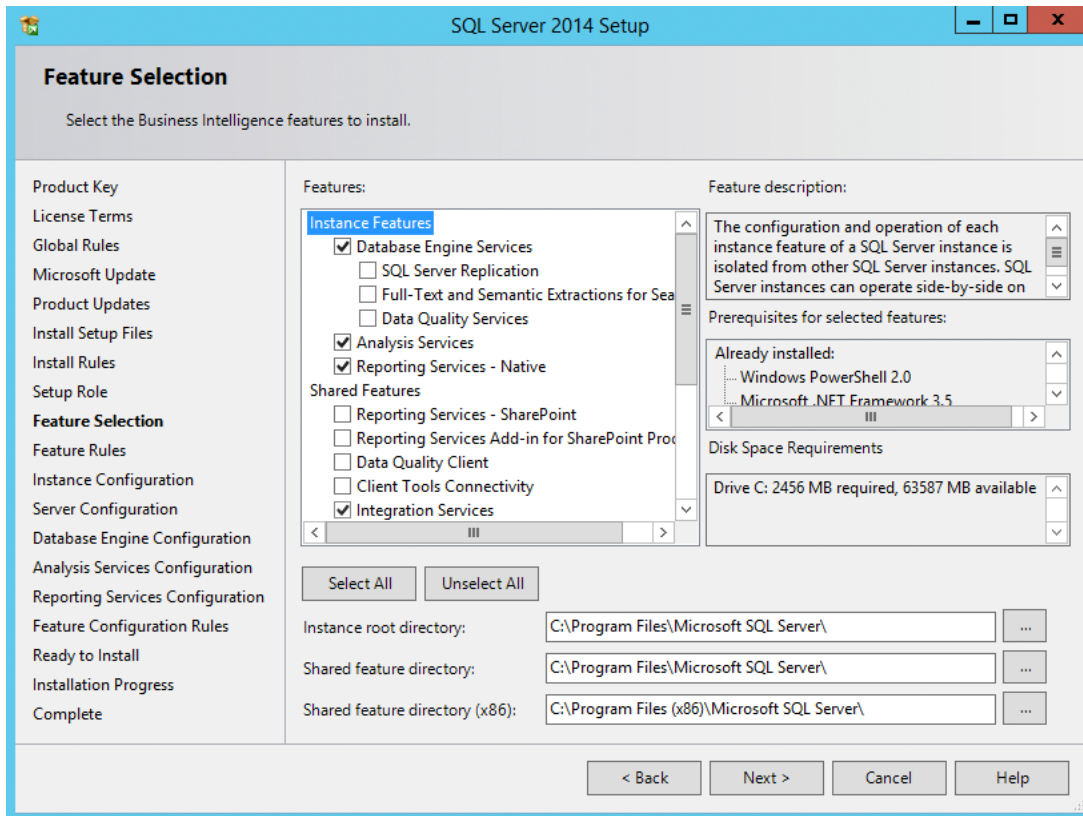


Figura 14. Opciones instaladas de Microsoft SQL Server 2014

A l'ordinador client, amb sistema operatiu Windows 10 Professional, s'instal·la el següent:

1. Microsoft Visual Studio 2015 Enterprise

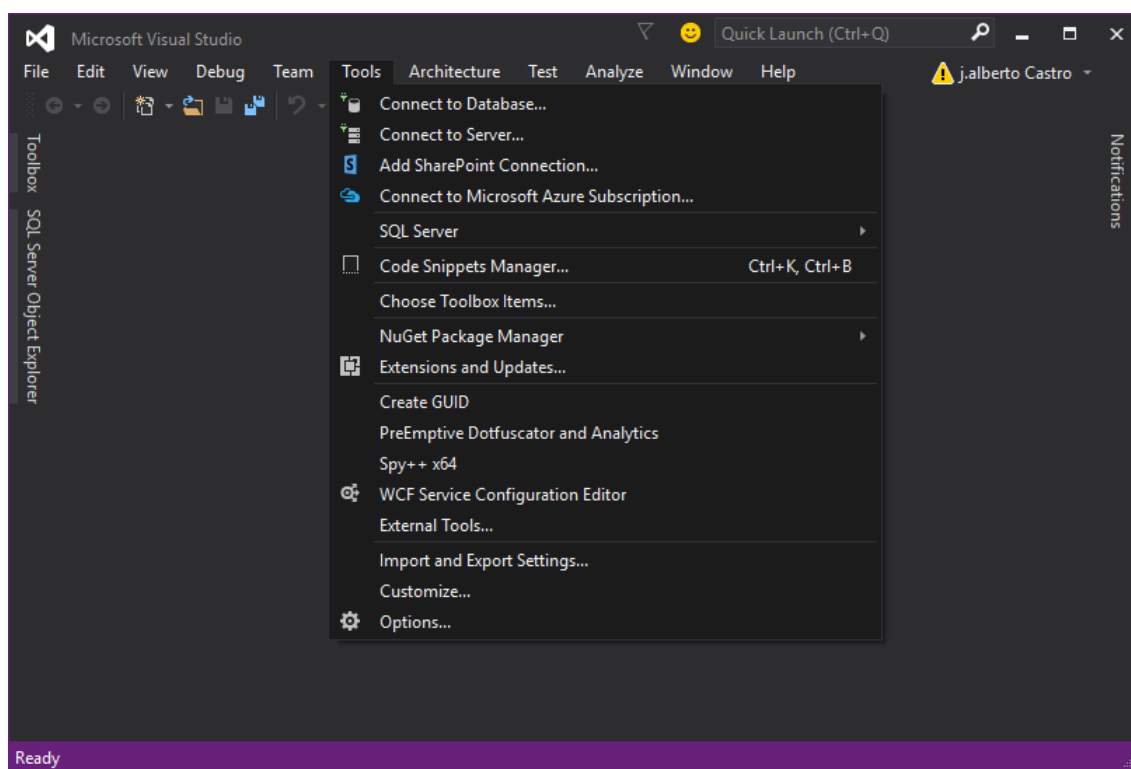
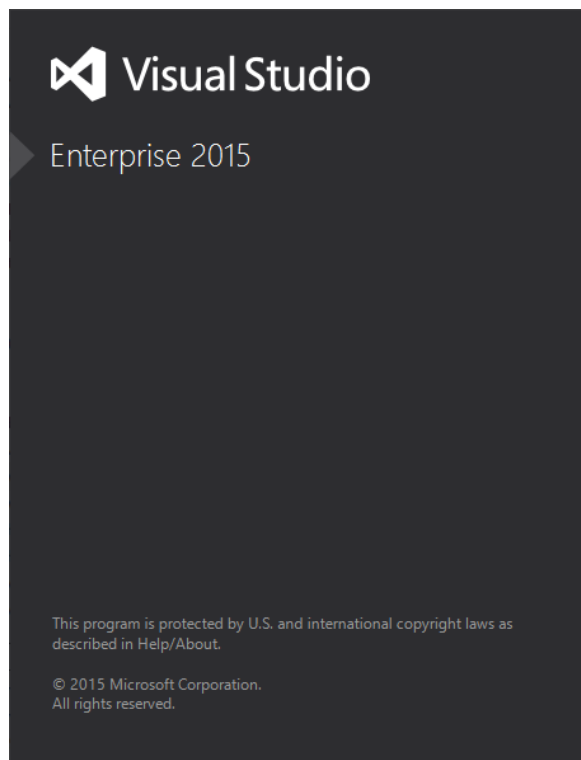


Figura 15. Entorn Microsoft Visual Studio 2015

2. Microsoft SQL Server Data Tools

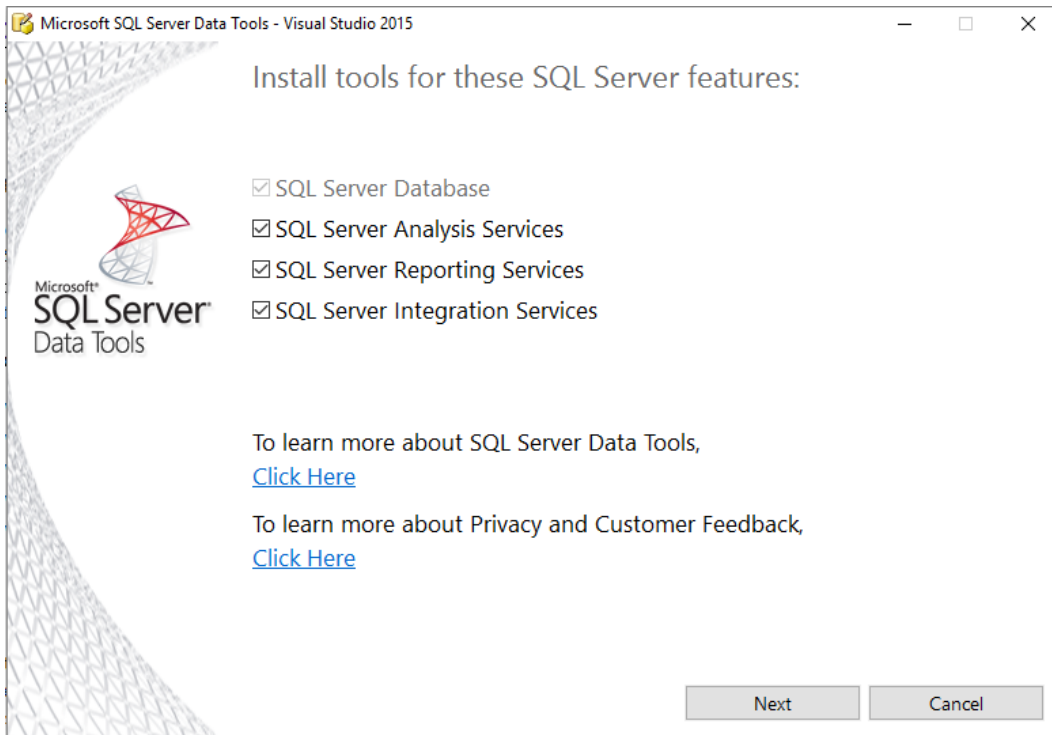


Figura 16. Microsoft SQL Server Data Tools

3. Microsoft SQL Server Management Studio 2014

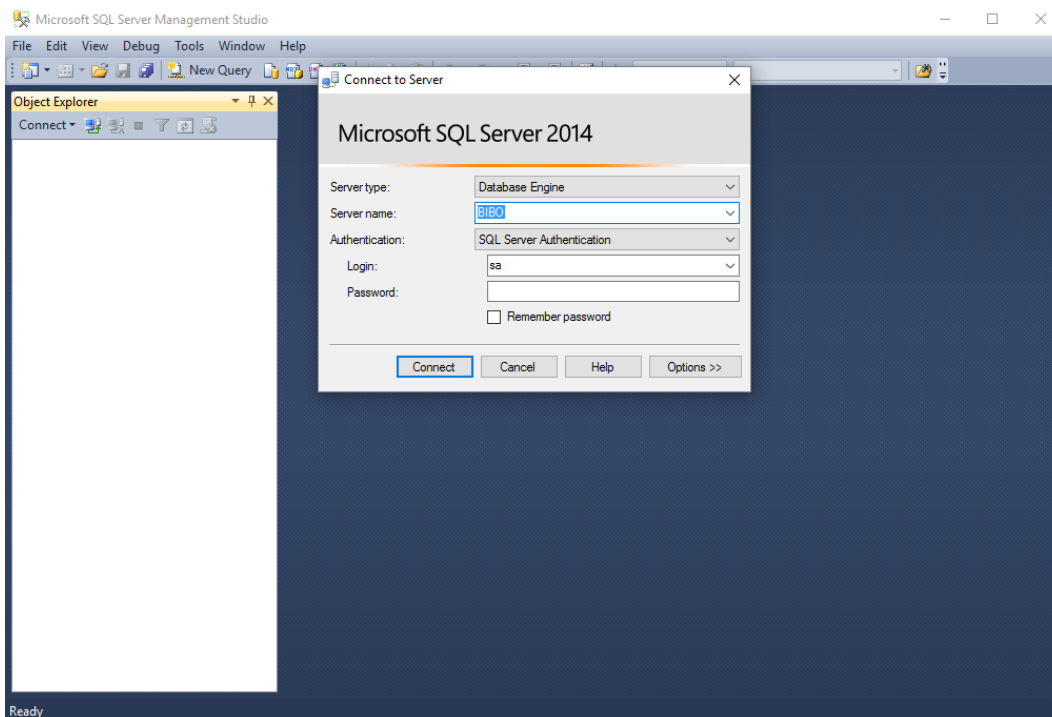


Figura 17. Microsoft SQL Server Management Studio 2014

3.5.2. MODEL FÍSIC DEL DATA WAREHOUSE

L'esquema del model físic associa les entitats del model lògic a taules i assignen tipus de dades als camps d'acord als tipus disponibles en SQL Server:

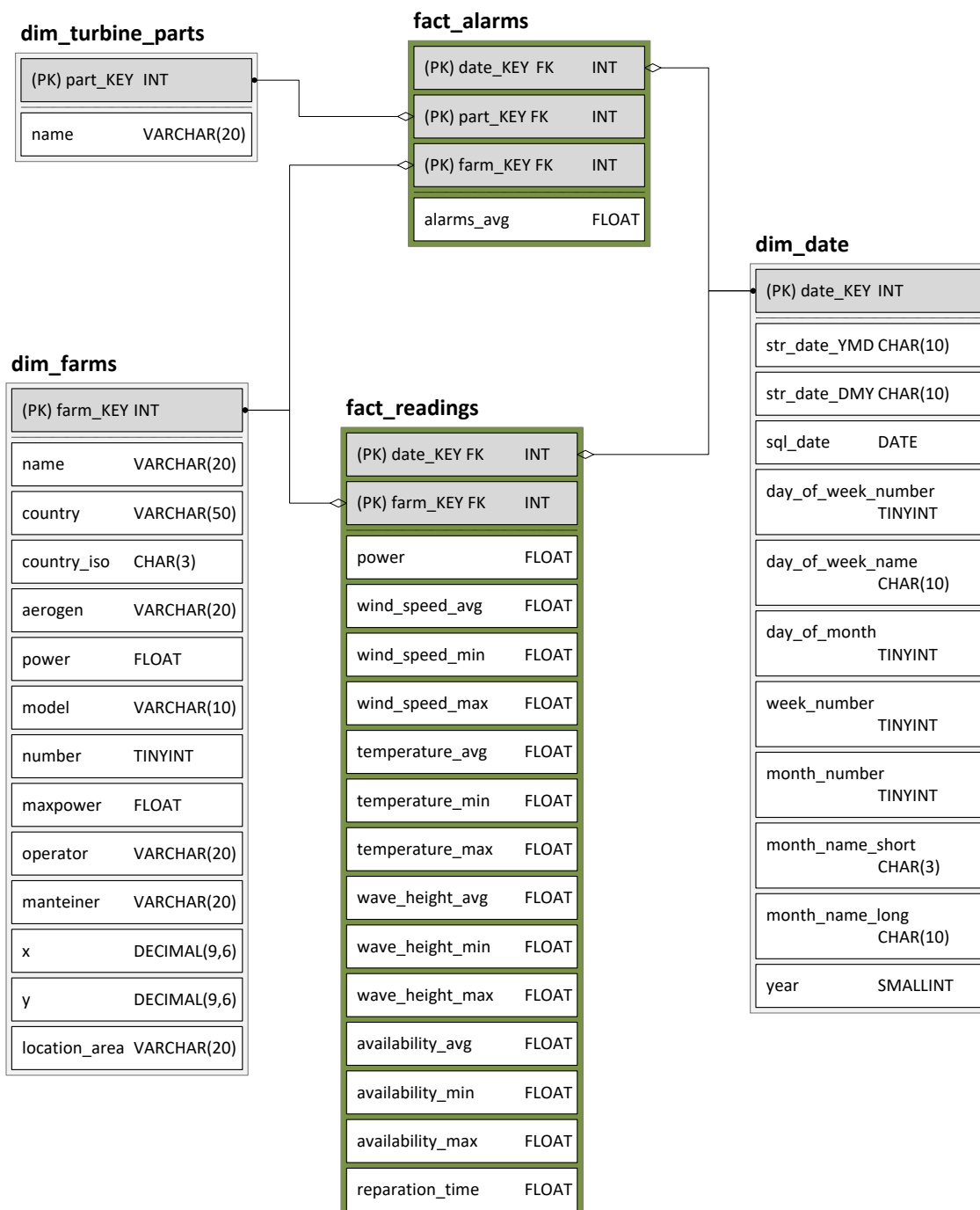


Figura 18. Model físic del data warehouse

Per a crear la base de dades i les taules, es fa servir l'eina Visual Studio i SQL Management Studio indistintament. Es connecta al servidor (batejat com BIBO) i es crea una base de dades del mateix nom. Seguidament, aprofitant la interfície de Visual Studio, es creen les taules d'acord al model de la Figura 18, que genera i executa els scripts de creació de taules.

Per exemple, la següent figura mostra la creació de la taula de dimensió dim_farms:

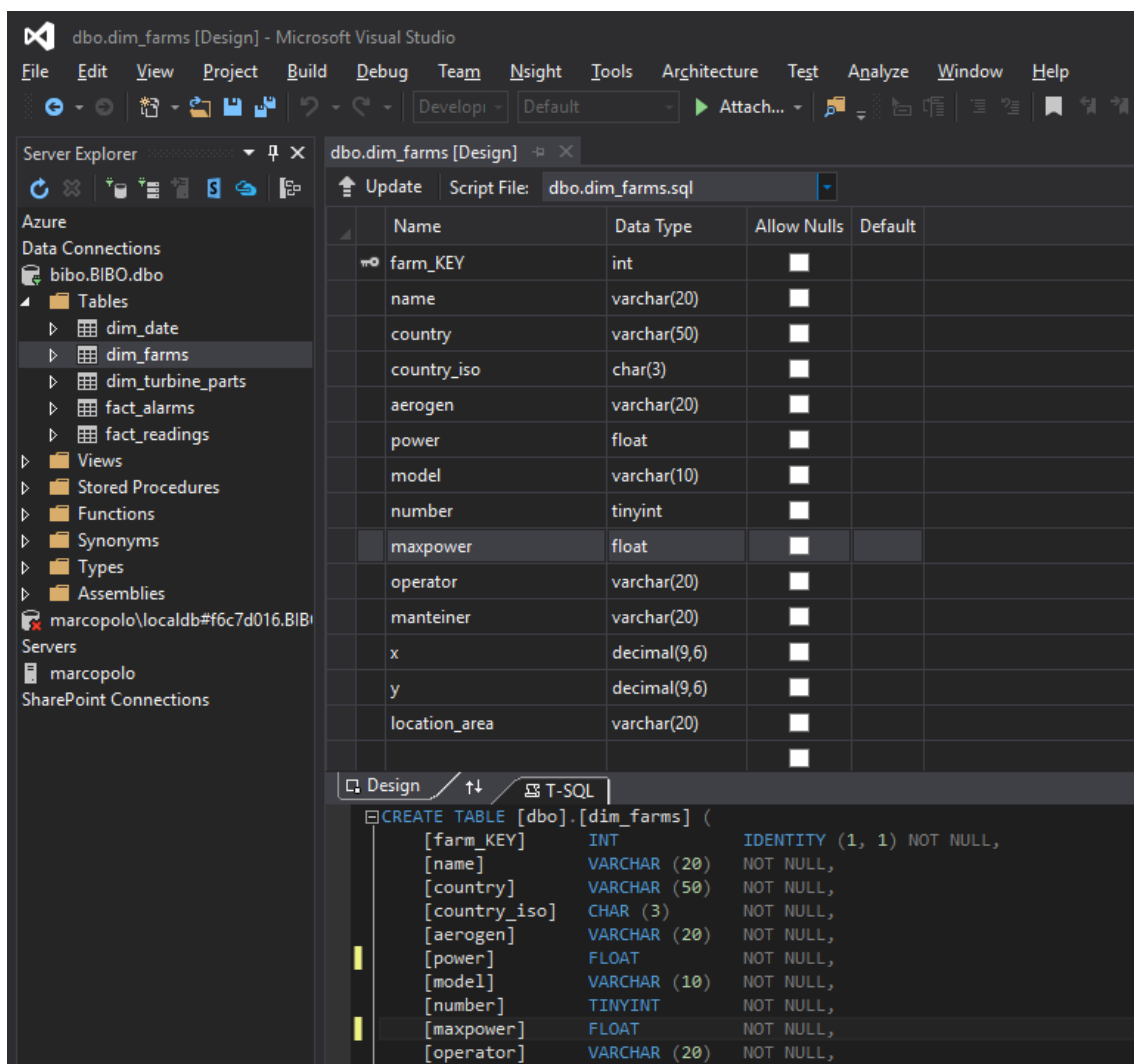


Figura 19. Creació de la taula de dimensió dim_farms

Per altra banda, amb el SQL Management Studio es representa el diagrama de la base de dades, el qual mostra automàticament les relacions entre les taules (completament fidel al diagrama lògic modelat):



Figura 20. Diagrama físic de la base de dades del repositori

Els scripts resultants per a la creació de les taules del repositori són:

dim_date.sql

```
CREATE TABLE [dbo].[dim_date] (
  [date_KEY] INT NOT NULL,
  [str_date_YMD] CHAR (10) NOT NULL,
  [str_date_DMY] CHAR (10) NOT NULL,
  [sql_date] DATE NOT NULL,
  [day_of_week_number] TINYINT NOT NULL,
```

```

[day_of_week_name] CHAR (10) NOT NULL,
[day_of_month] TINYINT NOT NULL,
[week_number] TINYINT NOT NULL,
[month_number] TINYINT NOT NULL,
[month_name_short] CHAR (3) NOT NULL,
[month_name_long] CHAR (10) NOT NULL,
[year] SMALLINT NOT NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED ([date_KEY] ASC)
);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [str_date_YMD]
ON [dbo].[dim_date]([str_date_YMD] ASC);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [year]
ON [dbo].[dim_date]([year] ASC);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [str_date_DMY]
ON [dbo].[dim_date]([str_date_DMY] ASC);

```

dim_farms.sql

```

CREATE TABLE [dbo].[dim_farms] (
[farm_KEY] INT IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
[name] VARCHAR (20) NOT NULL,
[country] VARCHAR (50) NOT NULL,
[country_iso] CHAR (3) NOT NULL,
[aerogen] VARCHAR (20) NOT NULL,
[power] FLOAT NOT NULL,
[model] VARCHAR (10) NOT NULL,
[number] TINYINT NOT NULL,
[maxpower] FLOAT NOT NULL,
[operator] VARCHAR (20) NOT NULL,
[manteiner] VARCHAR (20) NOT NULL,
[x] DECIMAL (9, 6) NOT NULL,
[y] DECIMAL (9, 6) NOT NULL,
[location_area] VARCHAR (20) NOT NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED ([farm_KEY] ASC)
);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [country]
ON [dbo].[dim_farms]([country] ASC);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [country_iso]
ON [dbo].[dim_farms]([country_iso] ASC);

```

```

GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [aerogen]
ON [dbo].[dim_farms]([aerogen] ASC);

```



```
GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [operator]
ON [dbo].[dim_farms]([operator] ASC);
```

```
GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [manteiner]
ON [dbo].[dim_farms]([manteiner] ASC);
```

```
GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [location_area]
ON [dbo].[dim_farms]([location_area] ASC);
```

dim_turbine_parts.sql

```
CREATE TABLE [dbo].[dim_turbine_parts] (
    [part_KEY] INT IDENTITY (1, 1) NOT NULL,
    [name] VARCHAR (20) NOT NULL,
    PRIMARY KEY CLUSTERED ([part_KEY] ASC)
);
```

```
GO
CREATE NONCLUSTERED INDEX [name]
ON [dbo].[dim_turbine_parts]([name] ASC);
```

fact_alarms.sql

```
CREATE TABLE [dbo].[fact_alarms] (
    [date_KEY] INT NOT NULL,
    [part_KEY] INT NOT NULL,
    [farm_KEY] INT NOT NULL,
    [alarms_avg] FLOAT (53) NOT NULL,
    CONSTRAINT [PK_tmp_ms_x__22F4DFD1A6AC9982] PRIMARY KEY CLUSTERED ([date_KEY]
ASC, [part_KEY] ASC, [farm_KEY] ASC),
    CONSTRAINT [part_KEY] FOREIGN KEY ([part_KEY]) REFERENCES
[dbo].[dim_turbine_parts] ([part_KEY]),
    CONSTRAINT [farm_KEY2] FOREIGN KEY ([farm_KEY]) REFERENCES [dbo].[dim_farms]
([farm_KEY]),
    CONSTRAINT [date_KEY] FOREIGN KEY ([date_KEY]) REFERENCES [dbo].[dim_date]
([date_KEY])
);
```

fact_reading.sql

```
CREATE TABLE [dbo].[fact_readings] (
    [date_KEY] INT NOT NULL,
    [farm_KEY] INT NOT NULL,
    [power] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wind_speed_avg] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wind_speed_min] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wind_speed_max] FLOAT (53) NOT NULL,
    [temperature_avg] FLOAT (53) NOT NULL,
    [temperature_min] FLOAT (53) NOT NULL,
    [temperature_max] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wave_height_avg] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wave_height_min] FLOAT (53) NOT NULL,
    [wave_height_max] FLOAT (53) NOT NULL,
    [availability_avg] FLOAT (53) NOT NULL,
```

```

[availability_min] FLOAT (53) NOT NULL,
[availability_max] FLOAT (53) NOT NULL,
[reparation_time] FLOAT (53) NOT NULL,
PRIMARY KEY CLUSTERED ([date_KEY] ASC, [farm_KEY] ASC),
CONSTRAINT [farm_KEY] FOREIGN KEY ([farm_KEY]) REFERENCES [dbo].[dim_farms]
([farm_KEY]),
CONSTRAINT [date_KEY2] FOREIGN KEY ([date_KEY]) REFERENCES [dbo].[dim_date]
([date_KEY])
);

```

Amb l'execució d'aquests scripts, el suport de base de dades necessari per a desenvolupar les fases dels processos de BI (recol·lecció, anàlisi i presentació) queda implementat.

4. CARREGA DE DADES

1er pas



Figura 21. Primer pas: recol·lectar

4.1. CONCEPTE DE PROCÉS ETL

Generalment, les dades del repositori provenen de fonts diverses i, abans de ser incorporades, han de ser processades i transformades. Els processos ETL s'encarreguen d'aquesta activitat. ETL vol dir:

- **Extract (extreure):** Consisteix en extreure les dades des de les fonts origen. A més, l'extracció ha de verificar la qualitat de les dades per tal d'admetre només aquelles dades que compleixen les regles i restriccions. En aquest Treball, les dades origen es troben dintre d'un únic arxiu Excel, però separat en 9 fitxes.
- **Transform (transformar):** Consisteix en aplicar una sèrie de transformació a les dades per tal que s'adeqüin al model dissenyat. Les transformacions poden ser, per exemple, seleccions de camps o columnes, canvis de valors, generació de noves columnes, agregacions, transposicions, unions, etc.
- **Load (càrrega):** Consisteix en la càrrega de les dades en el repositori, una vegada transformats i, per tant, coherents en el model lògic i estructura de la base de dades.

A vegades, en el desenvolupament dels processos ETL, es fa servir una base de dades intermèdia que facilita la transformació de dades.

El processos ETL poden afectar al rendiment dels sistemes i, en funció de l'impacte que poden ocasionar, es programen per a què s'executin en horaris on l'afectació sigui mínima.

4.2. DADES DE DIMENSIONS

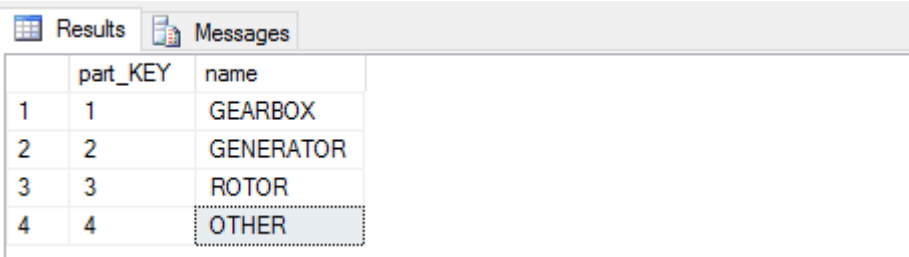
4.2.1. DIM_FARMS I DIM_TURBINE_PARTS

El nombre de registres d'aquestes dues dimensions són molt pocs i, l'elaboració d'un procés ETL no té sentit, si a més s'ha de tenir en compte que s'ha de fer una supervisió de les dades que s'introdueixen. És per això, que aquests registres, procedents de la fitxa OFFSHORE WIND FARM de l'arxiu DATAOFFSHORE.XLSX, s'introdueixen de forma manual. El camp model es crea a partir de les tres primeres lletres del aerogenerador i la potència. El camp location_area pren els valors AREA1, AREA2, AREA3 i AREA4. Aquests valors s'assignen d'acord a un criteri de proximitat geogràfica (veure mapa de la Figura 11).

Les figures següents mostren els continguts d'aquestes dues dimensions:

fam_KEY	name	country	country_iso	aerogen	power	model	number	maxpower	operator	manteriner	x	y	location_area
1	NAMPER	DENMARK	DNK	VESTAS	2.0	VES2.0	15	30.0	EUROWIND	GDEP	56.768...	7.5161...	AREA1
2	RIAS BAIXAS	SPAIN	ESP	ALSTON	2.5	ALS2.5	25	62.5	ACTIONAK	GDEP	43.619...	-9.452...	AREA3
3	GUARACHICO	SPAIN	ESP	GAMESA	2.0	GAM2.0	30	60.0	EOLIAGER	CUPRA	28.908...	-15.76...	AREA4
4	KIRSKEN	GERMANY	DEU	ENERCON	2.5	ENE2.5	25	62.5	EOLIAGER	MANWIN	55.223...	18.170...	AREA1
5	POLVARS	POLAND	POL	ENERCON	2.5	ENE2.5	40	100.0	EUROWIND	MANWIN	55.223...	16.986...	AREA1
6	COUNSCOT	UNITED KINGD...	GBR	VESTAS	2.0	VES2.0	29	58.0	EOLIAGER	GDEP	58.971...	-4.124...	AREA2
7	GREENBLUE	IRELAND	IRL	ALSTON	3.0	ALS3.0	10	30.0	ACTIONAK	CUPRA	55.336...	-8.860...	AREA2
8	NORTHENCAP	NORWAY	NOR	ALSTON	2.5	ALS2.5	33	82.5	EUROWIND	CUPRA	63.449...	6.5404...	AREA2

Figura 22. Contingut de la taula dim_farms



part_KEY	name
1	GEARBOX
2	GENERATOR
3	ROTOR
4	OTHER

Figura 23. Contingut de la taula dim_turbine_parts

4.2.2. DIM_DATE

Aquesta dimensió ha de tenir com a mínim, totes les dates compreses entre l'1 de març de 2016 i el 31 de maig de 2016, dates de les quals són les lectures de les fitxes. Tot i això, lo normal és que aquesta dimensió ja tingui prou registres per a dates futures. Per això, i per què la taula té la complexitat afegida de guardar diferent informació de les dates, s'elabora i s'executa el següent script SQL:

```

CREATE PROCEDURE [dbo].[PopulateDate]
    @StartDate DATE = '20160301',
    @Years int = 10
AS
BEGIN
    DECLARE @CurrentDate AS DATETIME = @StartDate;
    DECLARE @EndDate AS DATETIME = DATEADD(YEAR, @Years, @StartDate);

    DECLARE @date_KEY INT;
    DECLARE @str_date_YMD CHAR(10);
    DECLARE @str_date_DMY CHAR(10);
    DECLARE @day_of_week_number TINYINT;
    DECLARE @day_of_week_name CHAR(10);
    DECLARE @day_of_month TINYINT;
    DECLARE @week_number TINYINT;
    DECLARE @month_number TINYINT;
    DECLARE @month_name_short CHAR(3);
    DECLARE @month_name_long CHAR(10);
    DECLARE @year SMALLINT;

    SET DATEFIRST 1 /* set monday as the first day of the week */

    WHILE @CurrentDate < @EndDate
    BEGIN
        SET @date_KEY = CONVERT (INT, CONVERT (char(8), CurrentDate, 112));
        SET @str_date_YMD = CONVERT (CHAR(10), @CurrentDate, 111);
        SET @str_date_DMY = CONVERT (CHAR(10), @CurrentDate, 103);
        SET @day_of_week_number = DATEPART (DW, @CurrentDate);
        SET @day_of_week_name = DATENAME (DW, @CurrentDate);
        SET @day_of_month = DATEPART (DD, @CurrentDate);
        SET @week_number = DATEPART (WW, @CurrentDate);
        SET @month_number = DATEPART (MM, @CurrentDate);
        SET @month_name_short = LEFT( DATENAME (MONTH, @CurrentDate), 3);
        SET @month_name_long = DATENAME (MONTH, @CurrentDate);
        SET @year = DATEPART (YY, @CurrentDate);

        INSERT INTO dim_date (
            date_KEY, str_date_YMD, str_date_DMY,
            sql_date, day_of_week_number, day_of_week_name,
            day_of_month, week_number, month_number,
            month_name_short, month_name_long, year
        )
        VALUES (
            @date_KEY, @str_date_YMD, @str_date_DMY,
            @CurrentDate, @day_of_week_number, @day_of_week_name,
            @day_of_month, @week_number, @month_number,
            @month_name_short, @month_name_long, @year
        );

        SET @CurrentDate = DATEADD (DD, 1, @CurrentDate)
    END

    RETURN 0
END

```

	date_KEY	str_date_YMD	str_date_DMY	sql_date	day_of_...	day_of_wee...	day_...	week...	mo...	mont...	month_n...	year
	20160301	2016/03/01	01/03/2016	2016-03-01	2	Tuesday	1	10	3	Mar	March	2016
	20160302	2016/03/02	02/03/2016	2016-03-02	3	Wednesday	2	10	3	Mar	March	2016
	20160303	2016/03/03	03/03/2016	2016-03-03	4	Thursday	3	10	3	Mar	March	2016
	20160304	2016/03/04	04/03/2016	2016-03-04	5	Friday	4	10	3	Mar	March	2016
	20160305	2016/03/05	05/03/2016	2016-03-05	6	Saturday	5	10	3	Mar	March	2016
	20160306	2016/03/06	06/03/2016	2016-03-06	7	Sunday	6	10	3	Mar	March	2016
	20160307	2016/03/07	07/03/2016	2016-03-07	1	Monday	7	11	3	Mar	March	2016
	20160308	2016/03/08	08/03/2016	2016-03-08	2	Tuesday	8	11	3	Mar	March	2016
	20160309	2016/03/09	09/03/2016	2016-03-09	3	Wednesday	9	11	3	Mar	March	2016
	20160310	2016/03/10	10/03/2016	2016-03-10	4	Thursday	10	11	3	Mar	March	2016

Figura 24. Contingut parcial de la taula dim_date

4.3. DADES DE FETS

4.3.1. FACTS_ALARMS I FACTS_READINGS

Per a carregar les dades de les lectures es desenvolupa un procés ETL. Les dades de les lectures han de ser manipulades de diverses formes abans de carregar-se a les taules fact_readings i fact_alarms del repositori. Per crear els procediments ETL es crea un projecte d'Integration Services amb el Visual Studio. El projecte es bateja com BIBO_IS:

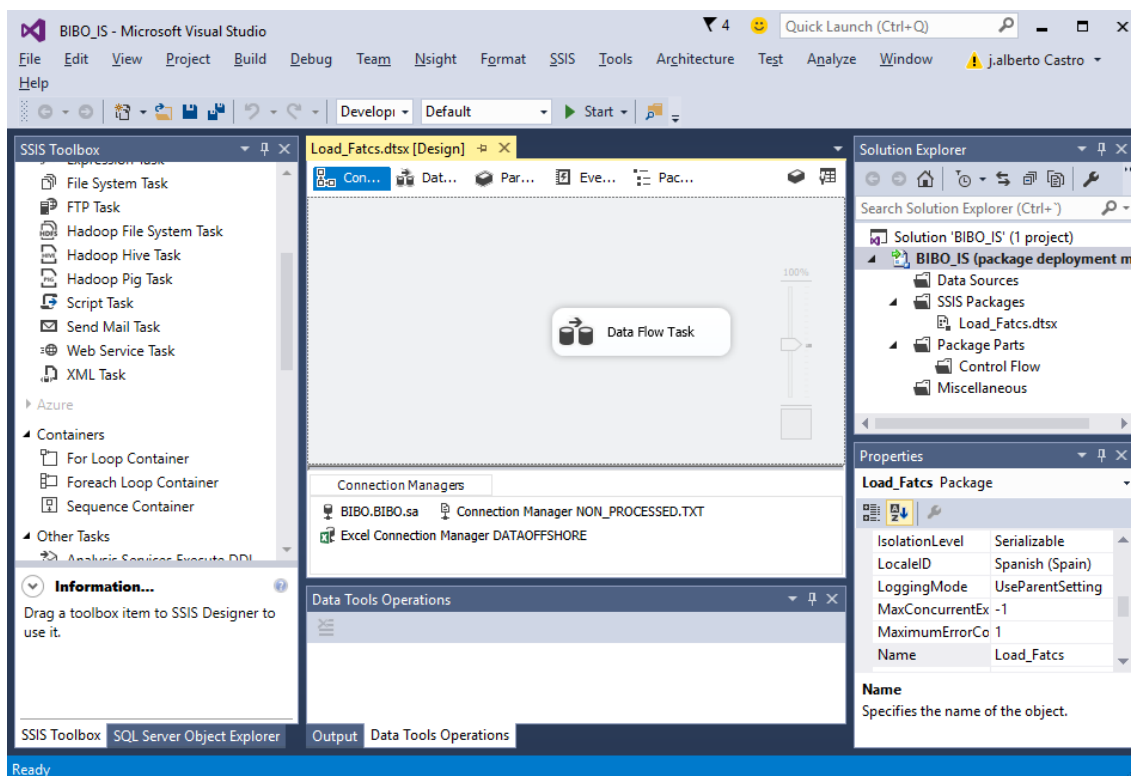


Figura 25. Entorn de treball per a la creació dels ETL

Amb les eines del SSIS *toolbox* es crea el següent flux de dades que processarà totes les fitxes de dades a un únic procés. Es fan servir els següents elements:

- 3 *connections managers*: 1 per a lectura de l'arxiu excel DATAOFFSHORE.XLS, 1 per a connectar a la base de dades BIBO i el tercer per a connectar a l'arxiu de text NON_PROCESSED.TXT on s'escriuran els registres que no han passat el filtre de validació.
- 8 caixes *Excel source*: Cadascuna d'elles, a través del *connection manager* DATAOFFSHORE, llegeix una fitxa amb les lectures del parc corresponent.

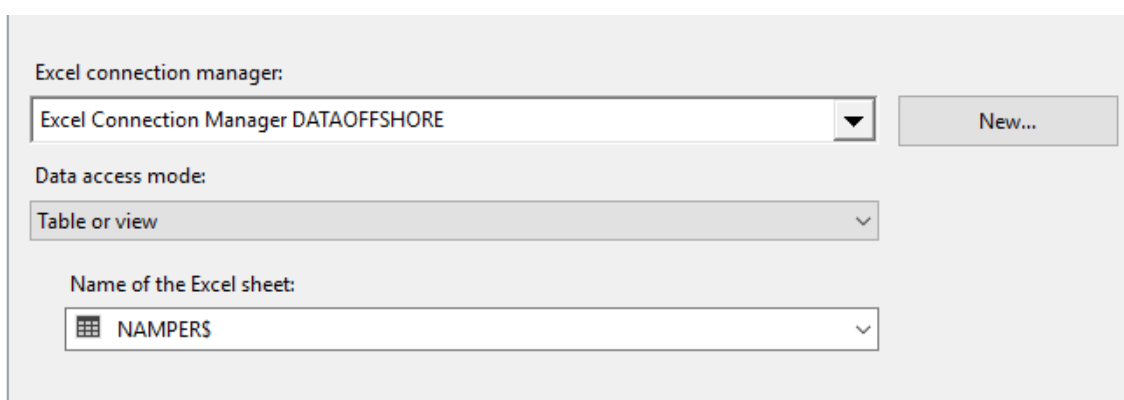


Figura 26. Parametrització de *Excel Source* per a la fitxa NAMPER

- 8 caixes *Derived Column*: Aquestes caixes, afegixen el nom del parc com a columna addicional per a cada un d'ells.

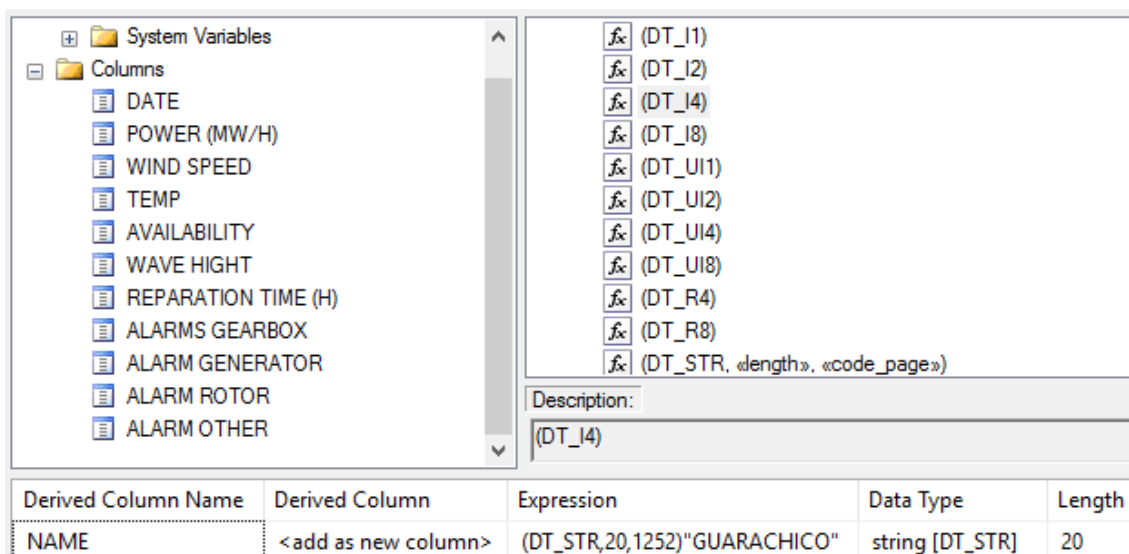


Figura 27. Parametrització de *Derived Column* per GUARACHICO

- 1 caixa *Union All*: Aquesta caixa uneix les 8 fitxes en un sol flux.

Output Column ...	Union All Input 6	Union All Input 1	Union All Input 2	Union All Input 3	Union All Input 4	Union All Input 5	Union All Input 7	Union All Input 8
DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE	DATE
POWER (MW/H)	POWER (MW/H)	POWER (MW/...	POWER (MW/...	POWER (MW/H)	POWER (MW/H)	POWER (MW/H)	POWER (MW/H)	POWER (MW/H)
WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED	WIND SPEED
TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP	TEMP
AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY	AVAILABILITY
WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT	WAVE HIGHT
REPARATION TI...	REPARATION ...	REPARATION ...	REPARATION ...	REPARATION T...	REPARATION T...	REPARATION ...	REPARATION T...	REPARATION TIME (H)
ALARMS GEARB...	ALARMS GEAR...	ALARMS GEA...	ALARMS GEA...	ALARMS GEAR...	ALARMS GEAR...	ALARMS GEAR...	ALARMS GEAR...	ALARMS GEARBOX
ALARM GENERA...	ALARM GENE...	ALARM GENE...	ALARM GENE...	ALARM GENER...	ALARM GENER...	ALARM GENE...	ALARM GENER...	ALARM GENERATOR
ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR	ALARM ROTOR
ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER	ALARM OTHER
NAME	NAME	NAME	NAME	NAME	NAME	NAME	NAME	NAME

Figura 28. Parametrizació de *Union All*

- 1 caixa *Conditional Split*: Aquesta caixa validarà el contingut de les dades segons els marges numèrics que es van definir en el capítol 3.3. Amb aquesta caixa, es crea una bifurcació on segons la condició que compleixen, els registres van per el flux VALIDATED o pel flux TO_CHECK.

Order	Output Name	Condition
1	VALIDATED	DATE < GETDATE() && [POWER (MW/H)] > 0.0 && [WIND SPEE...
2	TO_CHECK	!(DATE < GETDATE() && [POWER (MW/H)] > 0.0 && [WIND SPE...

Figura 29. Parametrizació de la caixa *conditional split*

- 1 caixa *Derived Column*: A aquesta caixa arriben els registres que són vàlids i s'afegeix una nova columna, DATE_KEY, creada a partir del camp date. Aquesta nova columna només incorpora la data, sense la hora.

Derived Column Name	Derived Column	Expression
DATE_KEY	<add as new column>	REPLACE((DT_WSTR,10)(DT_DBDATE)DATE,"-",",")

Figura 30. *Derived Column* DATE_KEY

- 1 Caixa *Destination Flat File*: A través d'aquesta caixa es graven els registres que han passat la condició TO_CHECK, que són considerats els registres que no s'admeten.

Flat File connection manager:

Connection Manager NON_PROCESSED.TXT New...

Overwrite data in the file Update...

Figura 31. Destination Flat File per a NON_PROCESSED.TXT

- 1 caixa *Aggregate*: Aquesta caixa agrupa les dades per dies.

Aggregation Name	Group By Columns
Aggregate Output 1	DATE_KEY, NAME

Available Input Columns

<input type="checkbox"/>	Name
<input checked="" type="checkbox"/>	WIND SPEED
<input checked="" type="checkbox"/>	TEMP
<input checked="" type="checkbox"/>	AVAILABILITY
<input checked="" type="checkbox"/>	WAVE HIGHT

Input Column	Output Alias	Operation
WAVE HIGHT	WAVE_HEIGHT_MIN	Minimum
WAVE HIGHT	WAVE_HEIGHT_MAX	Maximum
AVAILABILITY	AVAILABILITY_AVG	Average
AVAILABILITY	AVAILABILITY_MIN	Minimum
AVAILABILITY	AVAILABILITY_MAX	Maximum
ALARMS GEARBOX	GEARBOX	Average
ALARM GENERATOR	GENERATOR	Average
ALARM ROTOR	ROTOR	Average

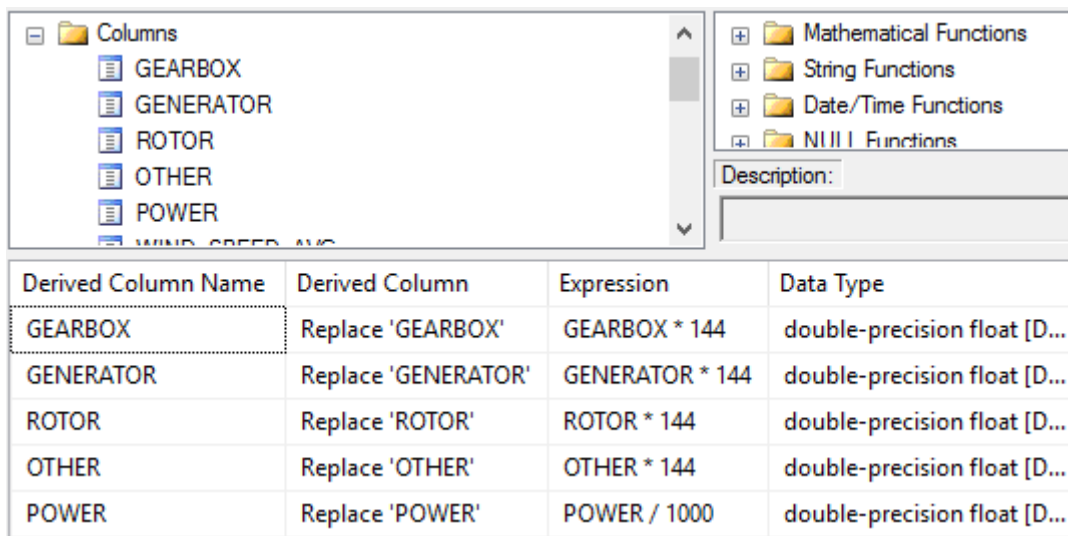
Figura 32. Parametrizació d'Aggregate

Per això, la seva tasca és:

- Agrupar pels valors dels camps NAME i DATE_KEY per a què tots els resums numèrics es facin a nivell de dia per a cada parc.
- Resumir amb els valors de mitjana aritmètica, mínim i màxim els valors del camps, WIND SPEED, TEMPERATURE, WAVE_HEIGHT i AVAILABILITY.
- Resumir amb la suma els valors de REPARATION_TIME y POWER.
- Resumir amb la mitjana el valors d'ALARMS GEARBOX, ALARM GENERATOR, ALARM ROTOR i ALARM OTHER

S'aprofita per a què el noms de tots els nous camps tinguin coincideixi amb les definits en el model de dades.

- 1 caixa *Derived Column*: Amb aquesta caixa es re-calcula els valors dels camps GEARBOX, GENERATOR, ROTOR i OTHER, multiplicant el valor actual per 144 (6 x 24) amb la finalitat de convertir la mitjana per període de 10 minuts en mitjana diària. També es passa l'atribut POWER a unitats de MegaWats.



Derived Column Name	Derived Column	Expression	Data Type
GEARBOX	Replace 'GEARBOX'	GEARBOX * 144	double-precision float [D...
GENERATOR	Replace 'GENERATOR'	GENERATOR * 144	double-precision float [D...
ROTOR	Replace 'ROTOR'	ROTOR * 144	double-precision float [D...
OTHER	Replace 'OTHER'	OTHER * 144	double-precision float [D...
POWER	Replace 'POWER'	POWER / 1000	double-precision float [D...

Figura 33. Parametrització de *Derived Column 2*

- 1 caixa *Lookup*: Aquest caixa afegirà el camp farm_KEY llegint-lo, des de la base de dades i utilitzant el nom del parc (camp NAME) com a clau.

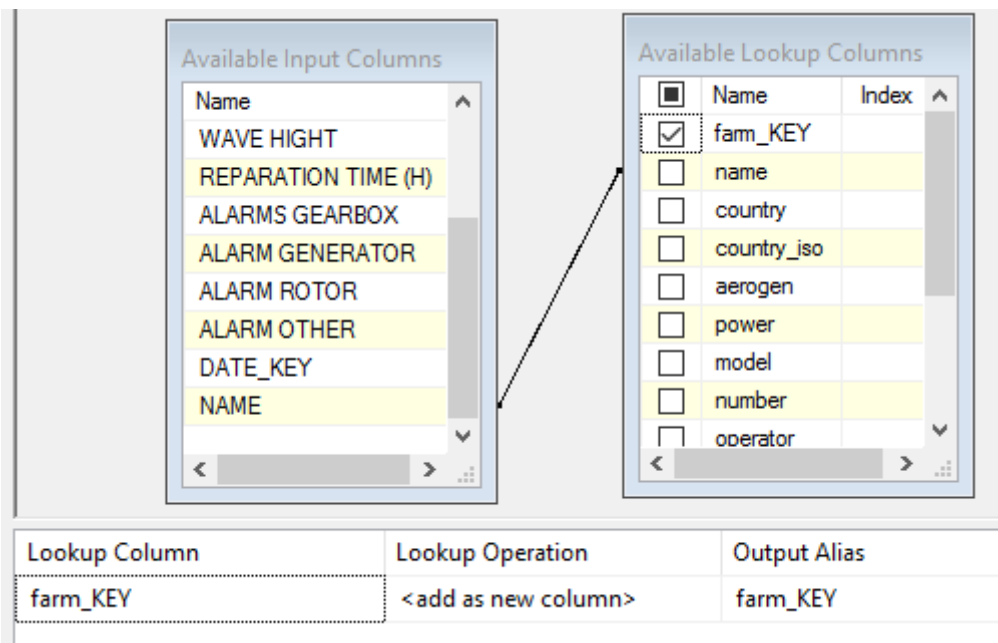


Figura 34. Caixa *Lookup* per a incloure el camp clau del parc

- 1 caixa *Multicast*: Aquesta caixa, permet multiplicar el flux entrant en múltiples sortides. En aquest cas, seran dos sortides: una per a carregar la taula *fact_readings* i l'altra per a carregar la taula *fact_alarms*.
- 1 caixa *OLE DB Destination*. En aquesta caixa es configura la connexió a la taula *fact_readings* de la base de dades, es fa el mapatge de camps i es carreguen les dades a la taula destí.

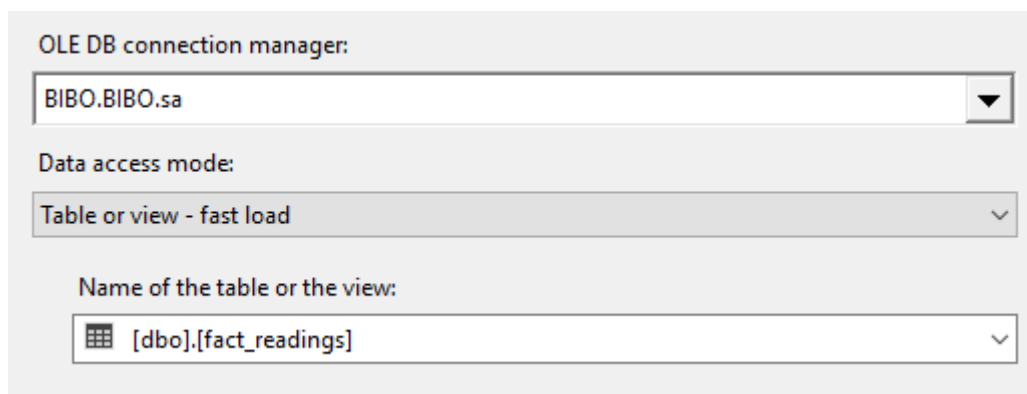


Figura 35. Taula de sortida d'*OLE DB Destination*

- 1 caixa *Unpivot*: Aquesta caixa normalitza les dades de les alarmes, convertint en files les columnes per a cada tipus d'alarma.

Available Input Columns

<input checked="" type="checkbox"/>	Name	Pass Through
<input type="checkbox"/>	AVAILABILITY_AVG	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	AVAILABILITY_MIN	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	AVAILABILITY_MAX	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	GEARBOX	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	GENERATOR	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	ROTOR	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	OTHER	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	DATE_KEY	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	NAME	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	REPARATION_TIME	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	farm_KEY	<input checked="" type="checkbox"/>

Input Column	Destination Column	Pivot Key Value
GEARBOX	Number	GEARBOX
GENERATOR	Number	GENERATOR
ROTOR	Number	ROTOR
OTHER	Number	OTHER

Pivot key value column name:

Figura 36. Parametrització d'Unpivot

- 1 caixa *Derived Column*: Crea una nova columna per a què el tipus del camp que conté el component de la turbina sigui igual que a la base de dades.

Variables and Parameters

- Columns
 - PartName
 - DATE_KEY
 - farm_KEY
 - Number

(DT_R8)
 (DT_STR, «length», «code_page»)
 (DT_WSTR, «length»)
 (DT_DATE)

Description:
(DT_STR, «length», «code_page»)

Derived Column Name	Derived Column	Expression	Data Type	Length
Name	<add as new column>	(DT_STR,20,1252)PartName	string [DT_STR]	20

Figura 37. Parametrització de *Derived Column*

- 1 caixa *Lookup*: Aquesta caixa afegeix el camp `part_KEY` llegint-lo de la base de dades, a partir de la dimensió `dim_turbine_parts`.

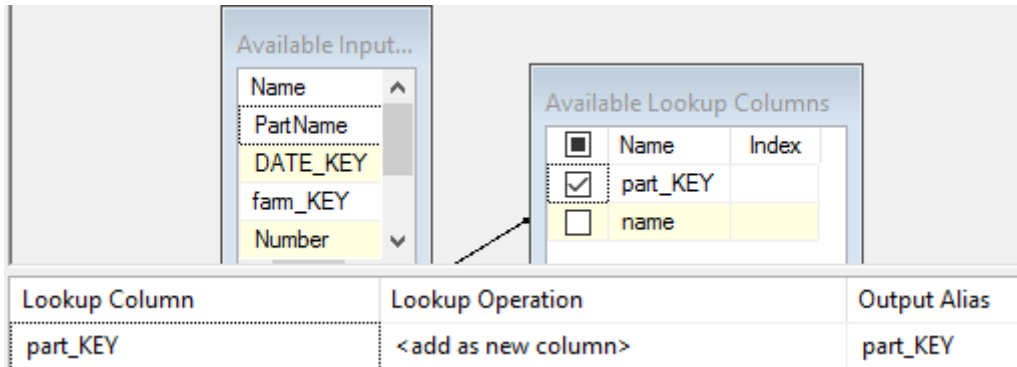


Figura 38. Caixa *Lookup* per a incloure el camp clau de `dim_turbine_parts`

- 1 caixa *OLE DB Destination*: En aquesta caixa es configura la connexió a la taula `fact_alarms` de la base de dades, i es fa el mapatge de camps per a la seva càrrega.

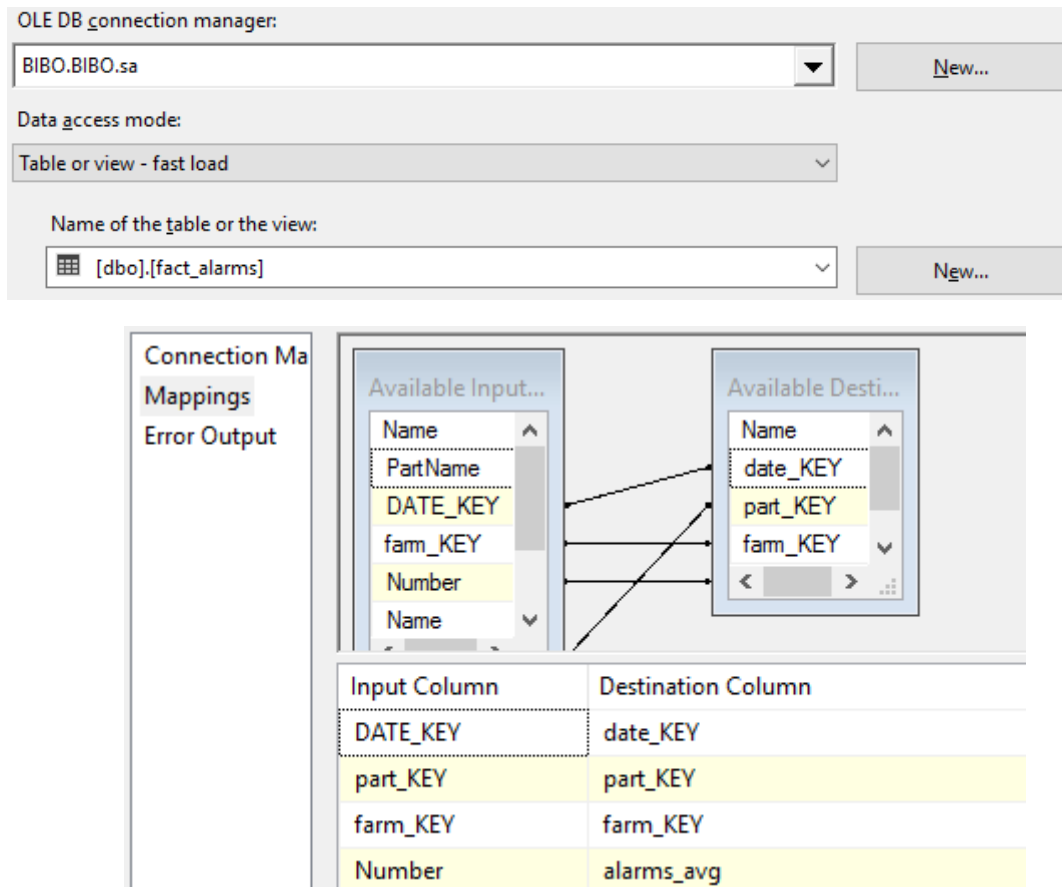


Figura 39. Parametrització d'*OLE DB Destination*

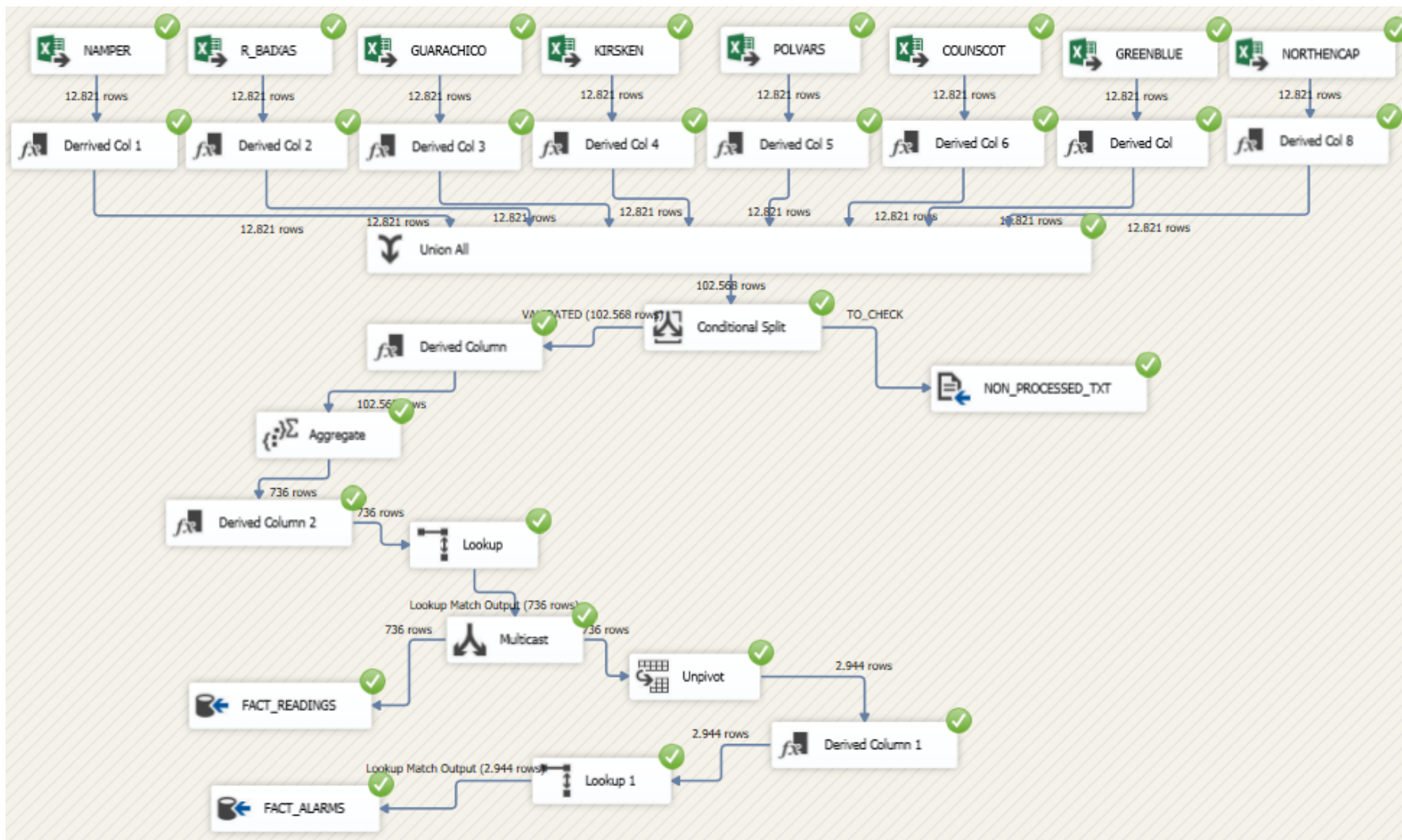


Figura 40. Diagrama ETL per a la càrrega dels fets

Amb l'execució del procés ETL dissenyat, les lectures queden carregades a les taules fact_readings i fact_alarms de la base de dades.

date_KEY	part_KEY	fam_KEY	alarms_avg
20160301	4	4	0
20160301	4	5	1
20160301	4	6	0
20160301	4	7	3
20160301	4	8	1
20160302	1	1	58
20160302	1	2	109
20160302	1	3	142
20160302	1	4	79
20160302	1	5	94
20160302	1	6	135
20160302	1	7	141
20160302	1	8	146
20160302	2	1	0
20160302	2	2	8
20160302	2	3	18

Figura 41. Mostra del contingut de fact_alarms

date_KEY	fam_KEY	power	wind_speed_avg	wind_speed_min	wind_speed_max	temperature_avg	temperature_min	temperature_max	
49	20160307	1	123859,239024442	7,613194444444445	5,7	9,5	7,652777777777778	3	12
50	20160307	2	120782,93198358	4,572916666666667	3	6	10,25	5	15
51	20160307	3	133611,727190173	4,239583333333333	1,5	7,5	14,75	10	20
52	20160307	4	557245,92221287	17,15625	4,5	30	10,284722222222222	3	18
53	20160307	5	1312209,87223965	17,91666666666667	4,5	30	11,222222222222222	3	18
54	20160307	6	564110,920754476	18,79166666666667	7,5	30	8,125	3	13
55	20160307	7	184093,150413799	18,65625	7,5	30	8,097222222222222	3	13
56	20160307	8	1110488,27883091	21,47916666666667	12	33	5,708333333333333	3	8
57	20160308	1	120616,030736729	7,613194444444446	5,7	9,5	7,5625	3	12
58	20160308	2	125805,386911276	4,5625	3	6	9,666666666666667	5	15
59	20160308	3	125076,376936189	4,354166666666667	1,5	7,5	15,104166666666667	10	20
60	20160308	4	555521,136123160	16,572916666666667	4,5	30	10,284722222222222	3	18

wave_height_avg	wave_height_min	wave_height_max	availability_avg	availability_min	availability_max	reparation_time
6,347222222222222	2	10	99,5830092592593	98	100	58,43
4,888888888888889	2	8	99,38777777777779	97,312	99,968	92,94
4,083333333333333	2	6	98,3077546296296	91,6	99,95333333333333	118,83
6,756944444444444	2	12	98,84725	94,48	100	84,06
7,305555555555556	2	12	98,4090798611111	92,98	100	178,37
10,40972222222222	2	18	98,9721523786718	95,5172413793103	99,9616858237548	148,1944444444444
9,888888888888889	2	18	95,7721354166667	83,59375	99,625	124,453125
10,15277777777778	2	18	98,5843394497241	94,3302850995159	99,9462076385153	133,650887573965
6,027777777777778	2	10	99,6210648148148	98	100	53,97
4,916666666666667	2	8	99,3422222222223	97,2	99,992	95,31
3,763888888888889	2	6	98,6460648148148	93,04	99,95	98,84

Figura 42. Mostra del contingut de fact_readings

5. ANÀLISI DE DADES

2on pas



Figura 43. Segon pas: analitzar

5.1. CONCEPTE DE CUB

El terme cub és el terme comú que es fa servir per a definir una base de dades multidimensional. Una base de dades multidimensional és un tipus de base de dades on les dades s'emmagatzemen en cel·les i la posició de cada cel·la es defineix a través d'uns valors que formen jerarquies en eixos anomenats dimensions. Així doncs, la cel·la conté la dada i els valors de les dimensions representen l'entorn associat a aquesta dada (per exemple: data, ubicació, etc.).

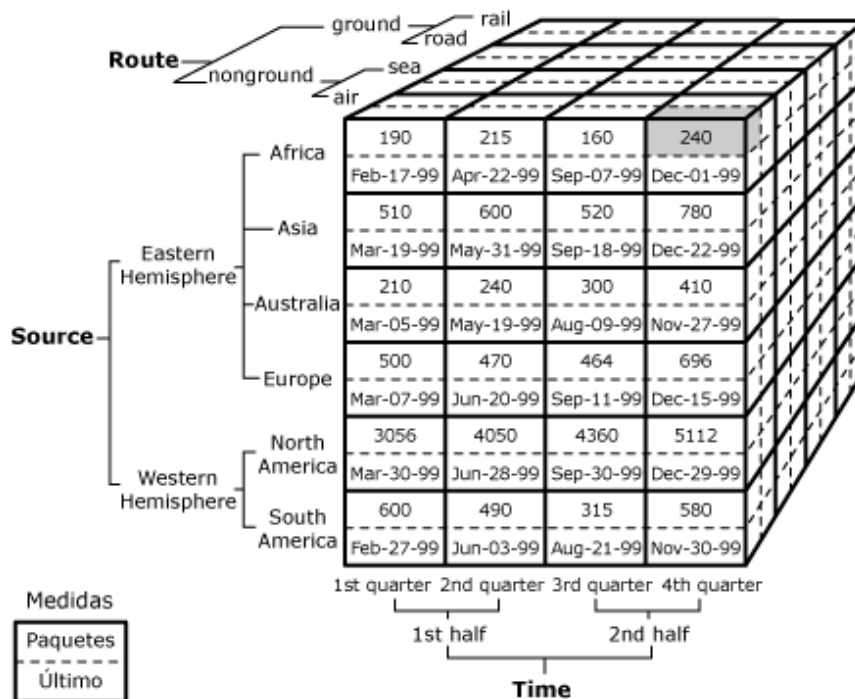


Figura 44. Exemple de cub (tret de msdn.microsoft.com)

Tot i que el nom de cub fa pensar en una estructura tridimensional, el nombre de dimensions no està limitat a tres (més fàcil de representar esquemàticament) i, per tant, seria més correcte parlar d'hipercubs.

L'objectiu de les bases de dades multidimensional és incrementar el rendiment de l'anàlisi OLAP i mineria de dades. Segons l'arquitectura, es refereix com:

- ROLAP: quan les funcionalitats OLAP es serveixen directament des d'una arquitectura de base de dades relacional. El sistema analític fa servir una capa d'abstracció que comunica amb la base de dades relacional per a executar les consultes SQL, per a obtenir els resums dels càlculs d'agregació.
- MOLAP: quan les funcionalitats OLAP es serveixen des d'una arquitectura de base de dades multidimensional. Els valors base i tots els valors resums de càlculs d'agregació es guarden en la base de dades multidimensional
- HYLAP: quan es fa servir una combinació ROLAP i MOLAP. Els valors resums de càlculs d'agregació s'emmagatzemen en la base de dades multidimensional i les dades base es mantenen en la base de dades relacional.

Microsoft SQL Server Analysis Services (SSAS), que és l'eina que es fa servir per aquesta fase del Treball, integra els tres tipus d'arquitectura.

Degut a que MOLAP és l'arquitectura de més rendiment (ja que es basa en una estructura específicament dissenyada per l'anàlisi), el nombre de dimensions és petit i les dades poden ser fàcilment afegides en processos per lots sense suposar problemes de rendiment o espai, es farà servir MOLAP com sistema d'emmagatzematge en el desenvolupament..

5.2. CREACIÓ DE LA BASE DE DADES MULTIDIMENSIONAL

El model creat de repositori consta de dues taules de fets i tres taules de dimensió. Conseqüentment, una primera valoració lògica del nombre de cubs a construir seria dos: un per cada taula de fet.

No obstant, cal tenir en compte que:

- Es voldrà analitzar la relació entre les dades de les dues taules de fets.
- Les dues taules de fet mantenen la mateixa granularitat.

- Les dues taules de fet comparteixen dues de les tres taules de dimensions.

Una implementació amb dos cubs separats farà necessari establir la relació entre ells a través de funcions que facin la consulta creuada entre cubs o bé fer la consulta de forma manual. Les funcions de relació entre cubs no són senzilles de gestionar i poden comporta una sobrecàrrega en el rendiment i una duplictat de càlculs.

Per altra banda, des de la versió 2005 de SQL Server, és possible incorporar més d'una taula de mesures en un mateix cub i configurar el comportament de l'agrupació de mesures per una dimensió no relacionada amb aquestes.

Tenint en compte les necessitats i possibilitats que brinda el SSAS, la implementació es farà en un únic cub.

Per a la creació de la base de dades multidimensional, es fa servir l'eina SSAS (SQL Server Analysis Services). A l'igual que es va fer amb la càrrega de dades, amb el Visual Studio es crea un nou projecte, aquest cop d'Analysis Services, que es bateja com BIBO_AS.

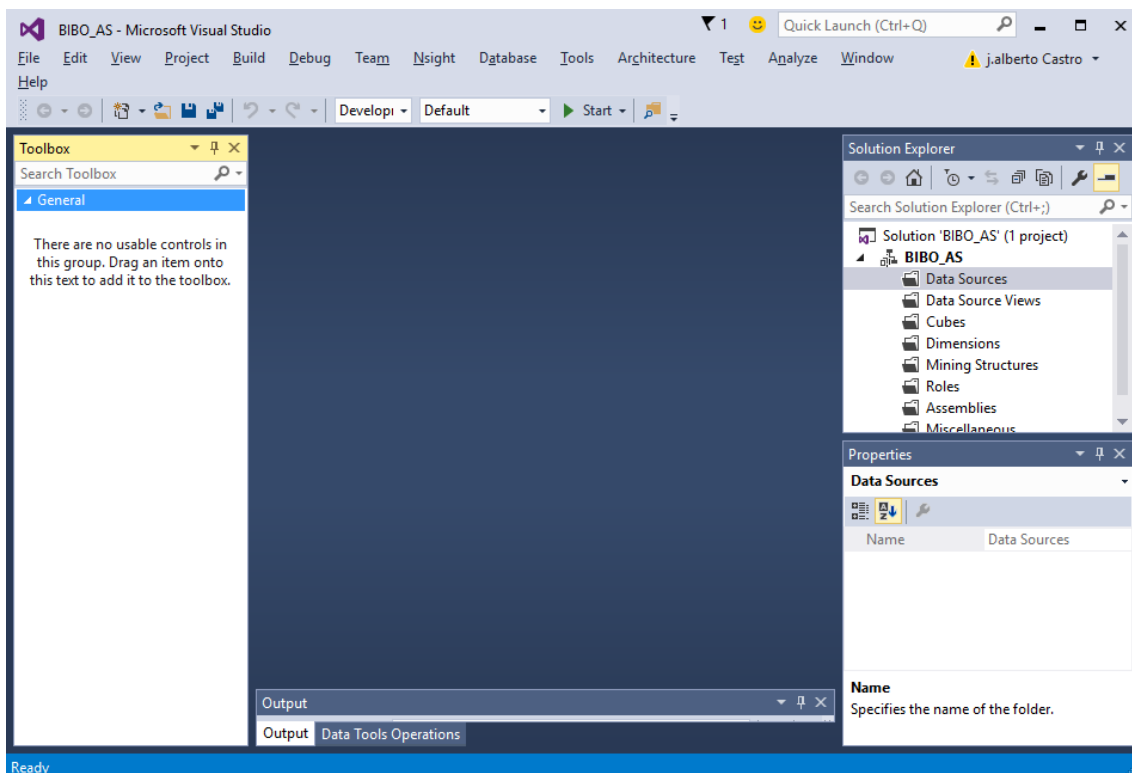


Figura 45. Entorn de treball per a l'anàlisi de dades

5.2.1. VINCULACIÓ AMB EL REPOSITORI

Abans de tot, cal vincular el cub amb l'estructura de dades del repositori:

1. Es connecta a la font de dades BIBO i es crea seguidament un *Data Source View*:

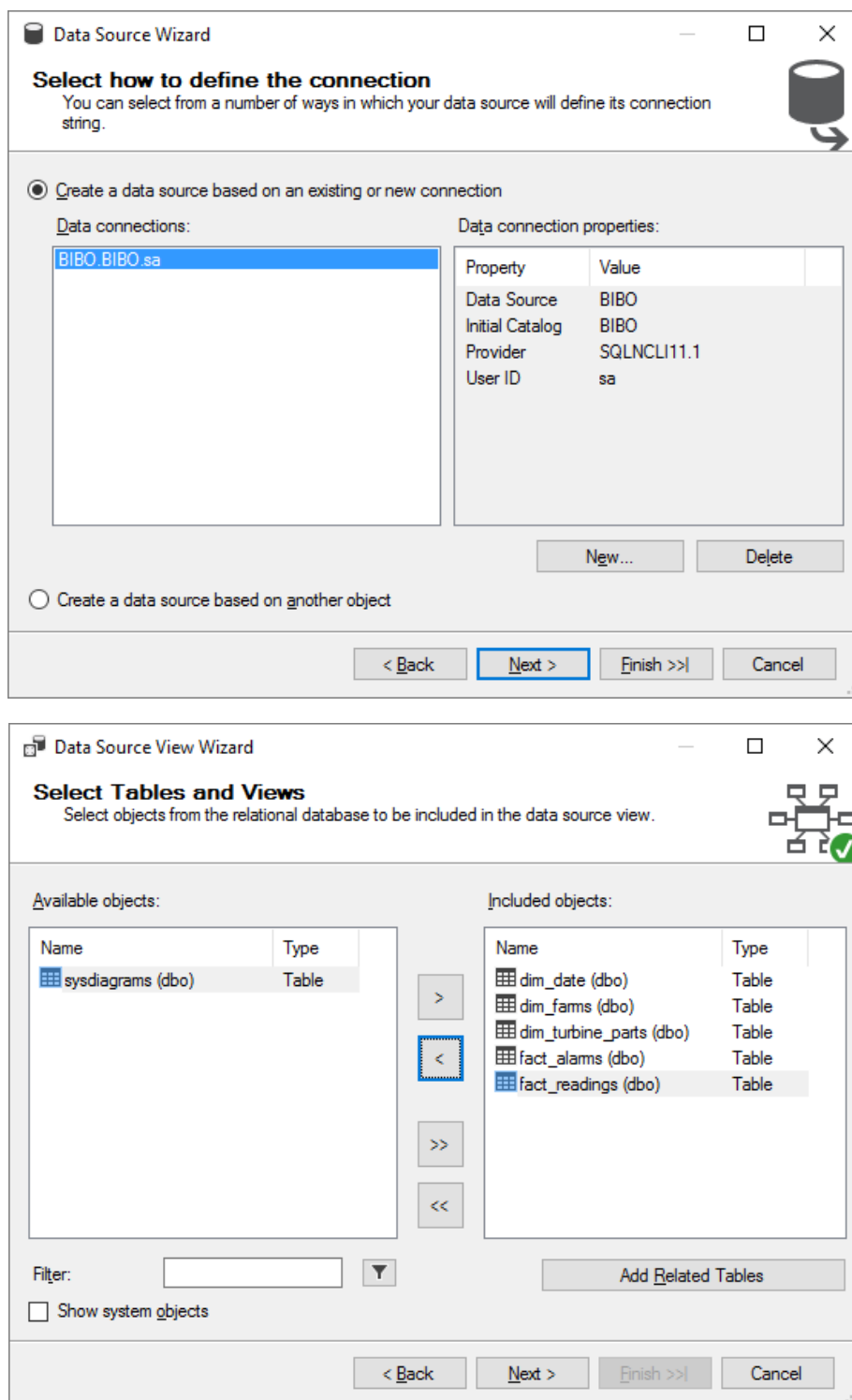


Figura 46. Connexió al *Data Source* i selecció de taules

Un *Data Source View* és una capa d'abstracció entre els objectes del data source que seran la base per a la creació dels cubs.

2. Posteriorment, es dóna nom al *Data Source View*, es prem *Finish* i l'assistent mostra el diagrama del *Data Source View*.

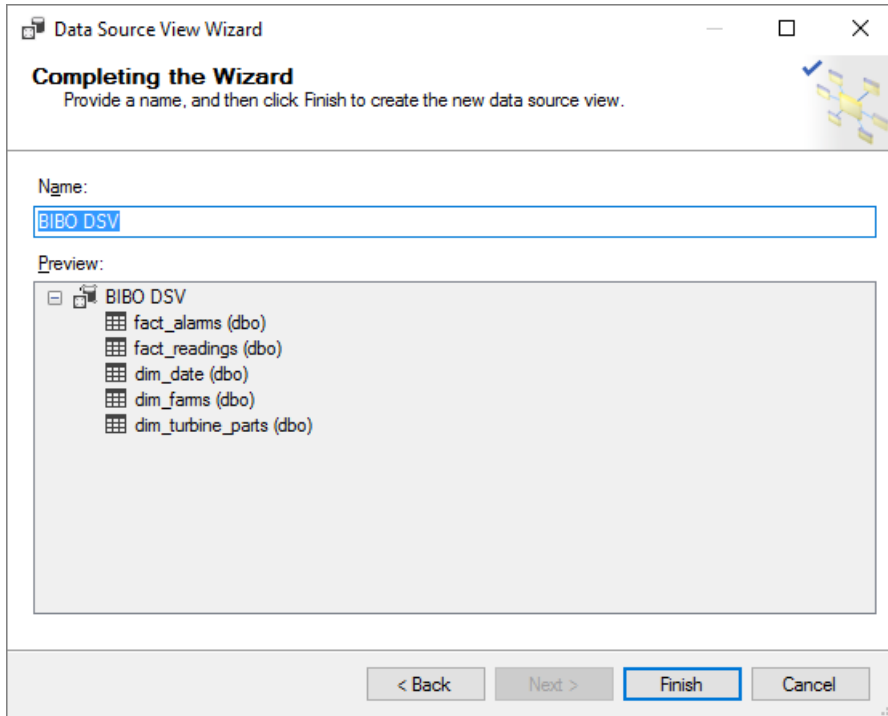


Figura 47. Selecció de taules i creació del *Data Source View*

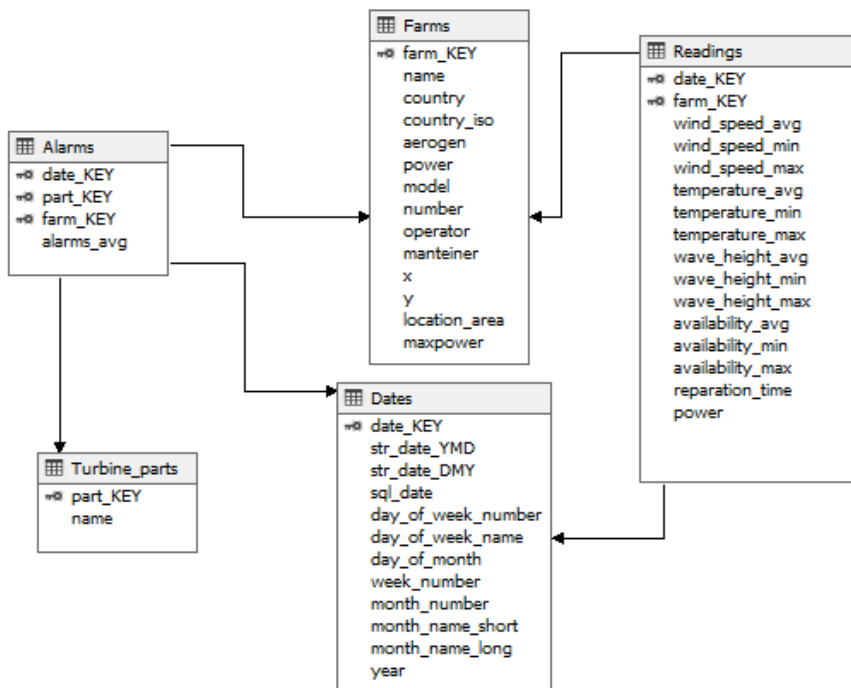


Figura 48. Diagrama del *Data Source View*

Per a assignar uns noms més descriptius als noms de les taules, a través de la finestra de *properties* es modifiquen els seus *FriendlyName* i se'ls i treu els prefixos *dim_* i *fact_*.

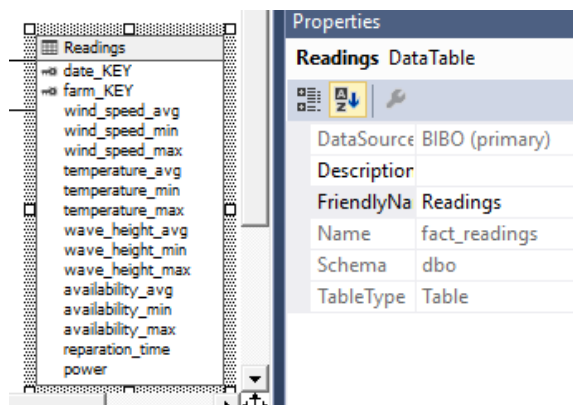


Figura 49. Canvi del *Friendly Name* a *fact_readings*

5.2.2. CREACIÓ DE LES DIMENSIONS

Les dimensions del cub correspondran a les taules de dimensió i es faran servir aquestes com origen.

Dimensió *Turbine_Parts*

1. Iniciar l'assistent i seleccionar l'opció d'usar taula existent:

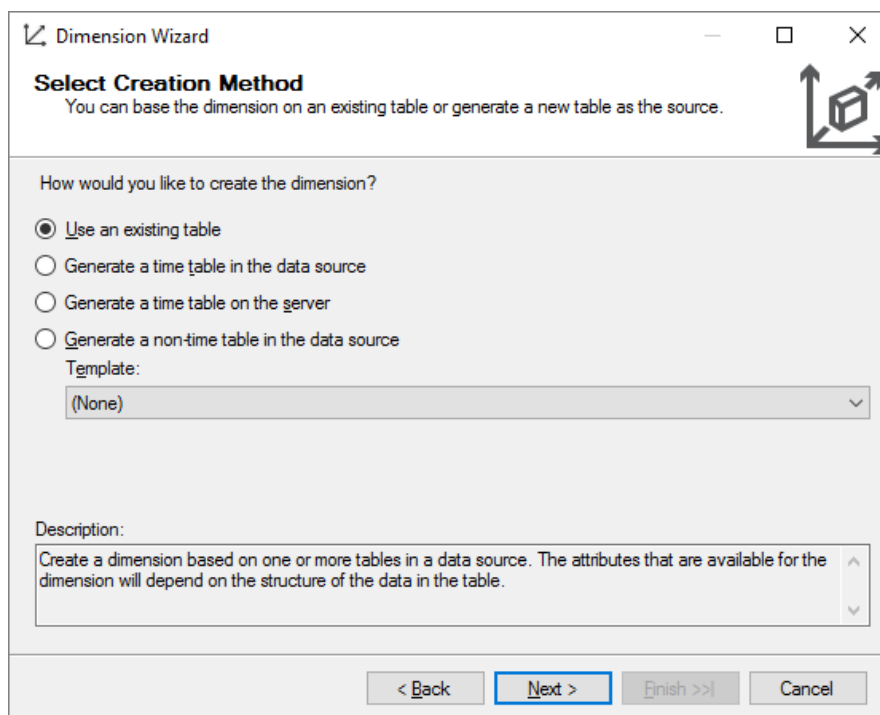


Figura 50. Origen de dades per a les dimensions

2. Escollir la taula Turbine_parts, triar com a índex indirecte (aquell que l'usuari farà servir encara que internament utilitzarà la clau principal) el camp name i a la següent finestra seleccionar tots els camps.

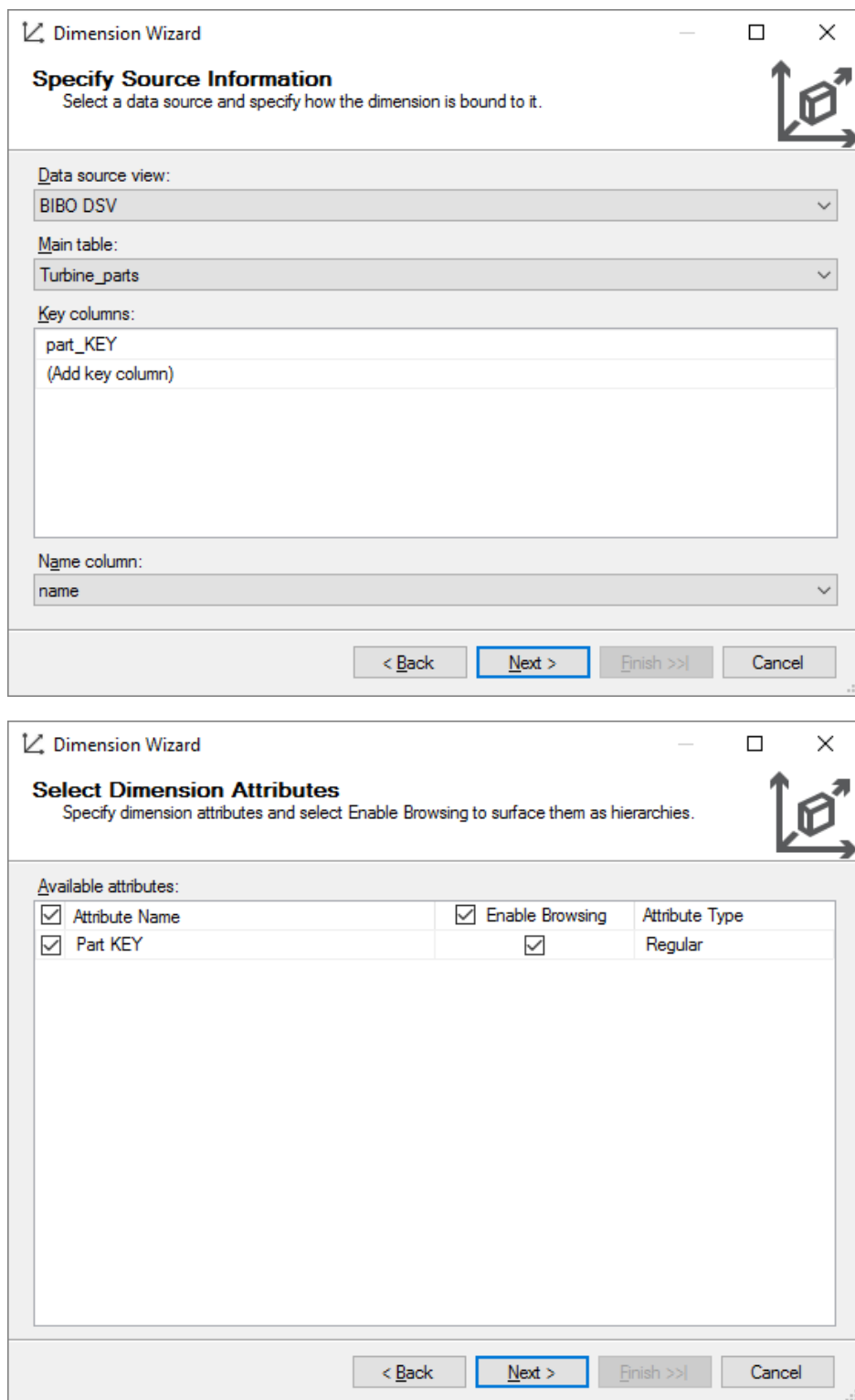


Figura 51. Selecció del *data source* per a Turbine_parts i selecció dels camps

3. Acceptar el nom proposat i finalitzar.

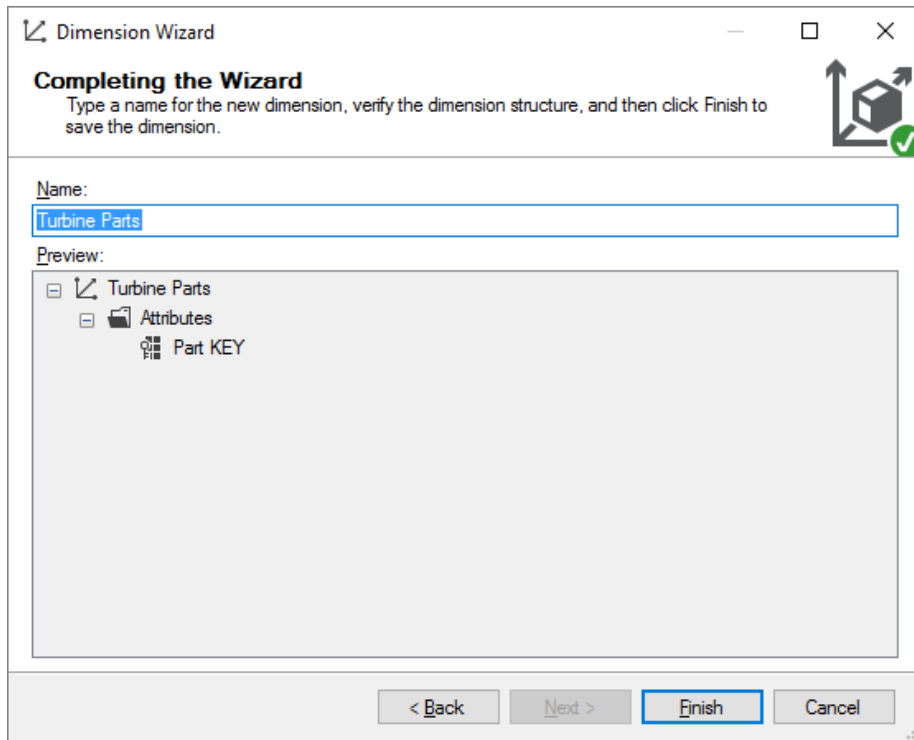


Figura 52. Finalització de l'assistent de la dimensió Turbine_parts

4. Finalment, a la finestra de disseny de la dimensió *Dimension Structure*, es canvia el nom del camp part_KEY com Component per a què sigui més descriptiu per a l'usuari:

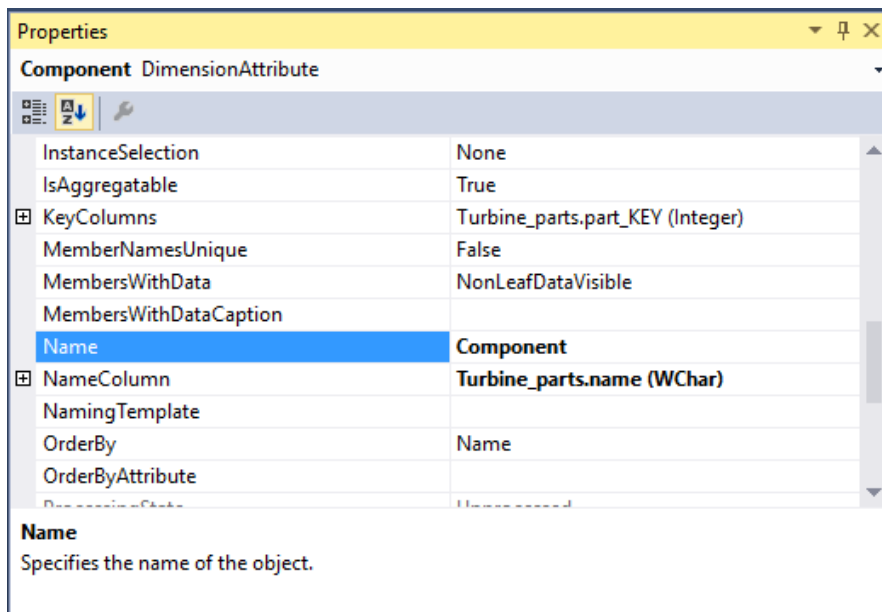


Figura 53. Assignació de nom descriptiu a Part_KEY

Dimensió Dates

1. S'executa l'assistent, s'escull la taula Dates i es seleccionen tots els camps:

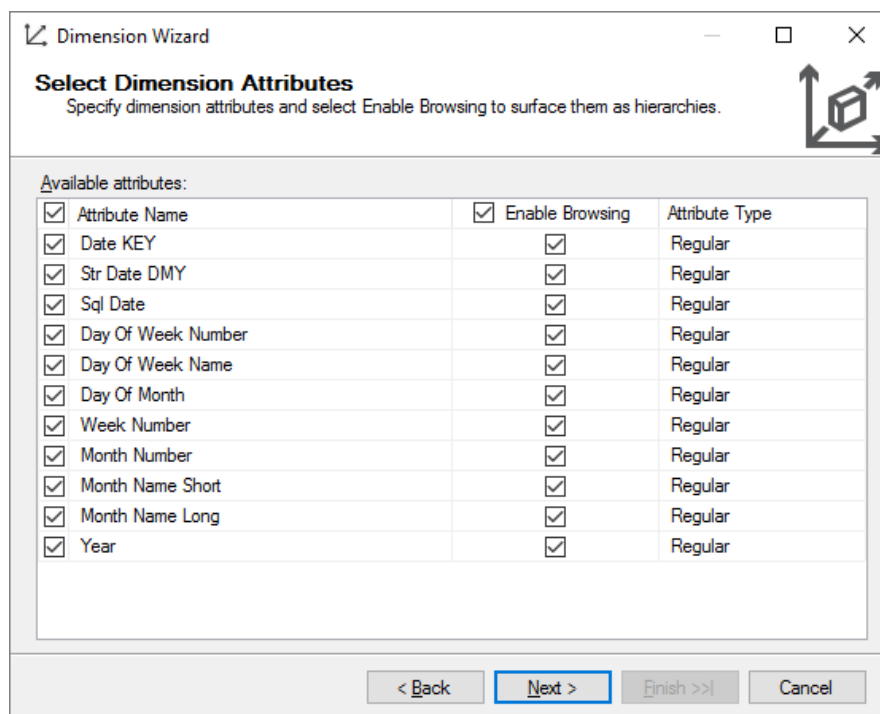


Figura 54. Creació de la dimensió Dates

En aquest cas, el camp `sql_date` serà el visible per l'usuari com a camp clau tot i que internament farà servir el camp `Date_KEY`.

2. Es creen les jerarquies. Per això, es fa servir la finestra de *Dimension Structure i Attribute Relationships*. Primerament, es defineixen les relacions entre els atributs i posteriorment es van creant les jerarquies.

A l'hora de crear les relacions, s'ha creat un relació `month_name_short` i `month_name_long` amb `month_number` i s'ha fet servir aquest atribut com a atribut d'ordenació per a què així els mesos surtin ordenats correctament i no per ordre alfabètic.

L'atribut `Month Number` s'ha duplicat per a què pugui utilitzar-se en dos jerarquies (`Year – Month Name Long – Date KEY` i `Year – Month Name Short – Date KEY`). La raó és que a les jerarquies, els atributs han de ser distintius del registre i, per tant, han d'incorporar el nivell superior. Això es gestiona amb la finestra de propietats dels atributs.

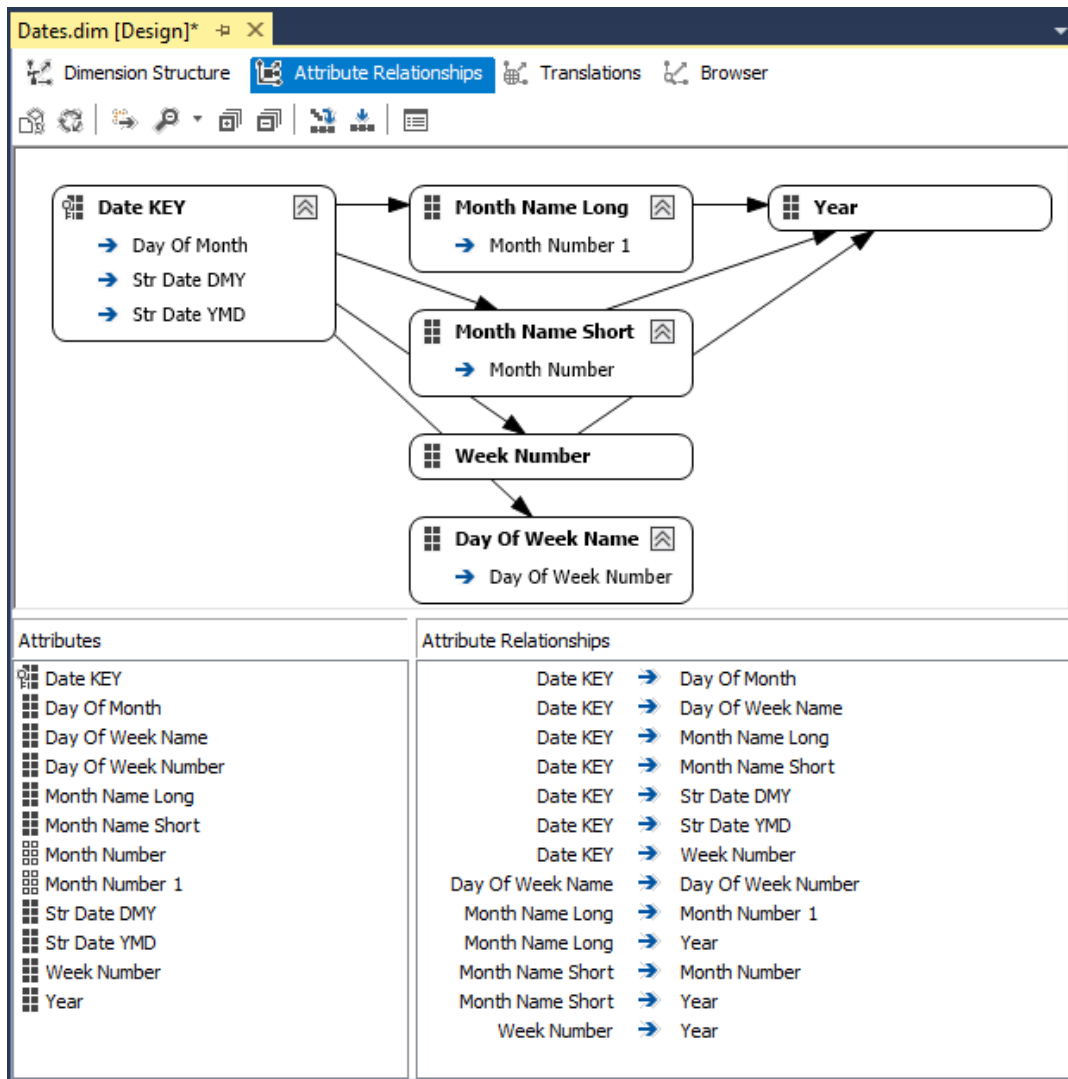


Figura 55. Relació entre atributs per a les jerarquies de Dates

Properties

Month Name Short DimensionAttribute

- KeyColumns (Collection)
- MemberNamesUnique: False
- MembersWithData: NonLeafDataVisible
- MembersWithDataCaption
- Name: **Month Name Short**
- NameColumn: **Dates.month_name_short (WChar)**
- NamingTemplate
- OrderBy: **AttributeKey**
- OrderByAttribute: **Month Number**
- ProcessingState: Unprocessed
- RootMemberIf: ParentIsBlankSelfOrMissing

KeyColumns
Specifies the details of the binding to the column(s) containing the member key(s).

Figura 56. Finestra de propietats de l'atribut Month Name Short

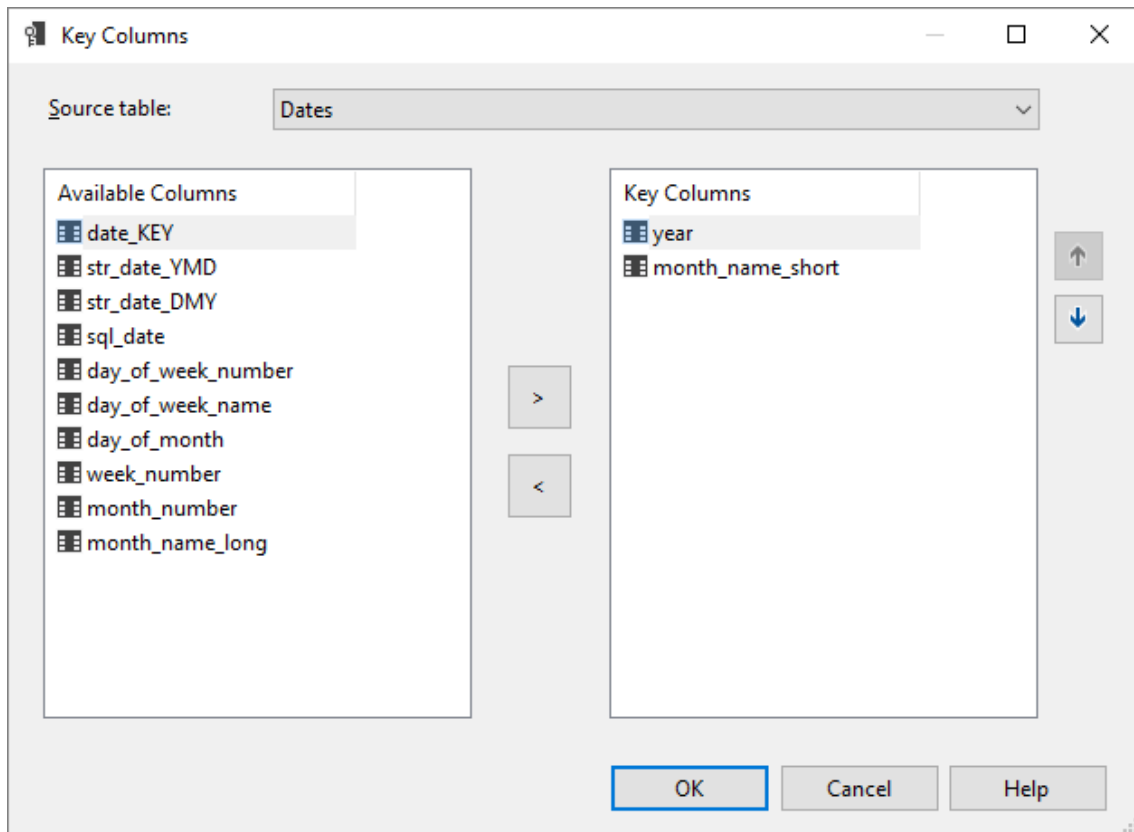


Figura 57. Camps clau per a l'atribut month_name_short

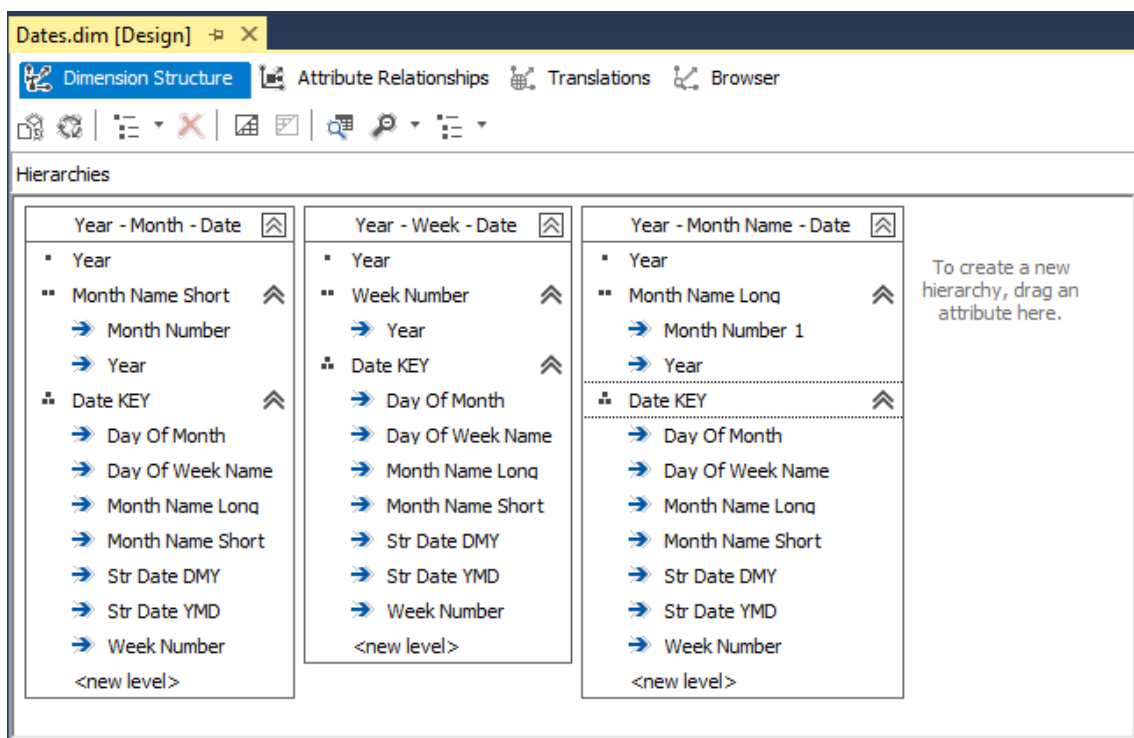


Figura 58. Finestra d'estructura de les jerarquies de la dimensió Dates

Dimensió Farms

Es procedeix de forma anàloga amb la dimensió Dates.

1. S'executa l'assistent, s'escull la taula Farms i es seleccionen tots els camps. En aquest cas, el camp Name serà el visible per l'usuari com a camp clau tot i que internament farà servir el camp Farm_KEY.
2. Es creen les relacions i jerarquies amb les finestres *Dimension Structure* i *Attribute Relationships*. En aquest cas, es repliquen els atributs model i aerogen tres vegades. Això és degut a què aquests atributs formen part de tres jerarquies diferents, on cadascuna d'elles forma part d'una classificació diferent. Per altra banda, a aquest atributs, se'ls modifica el camp de clau per a què contingui l'atribut del nivell superior i, ser així, distintiu de registres.

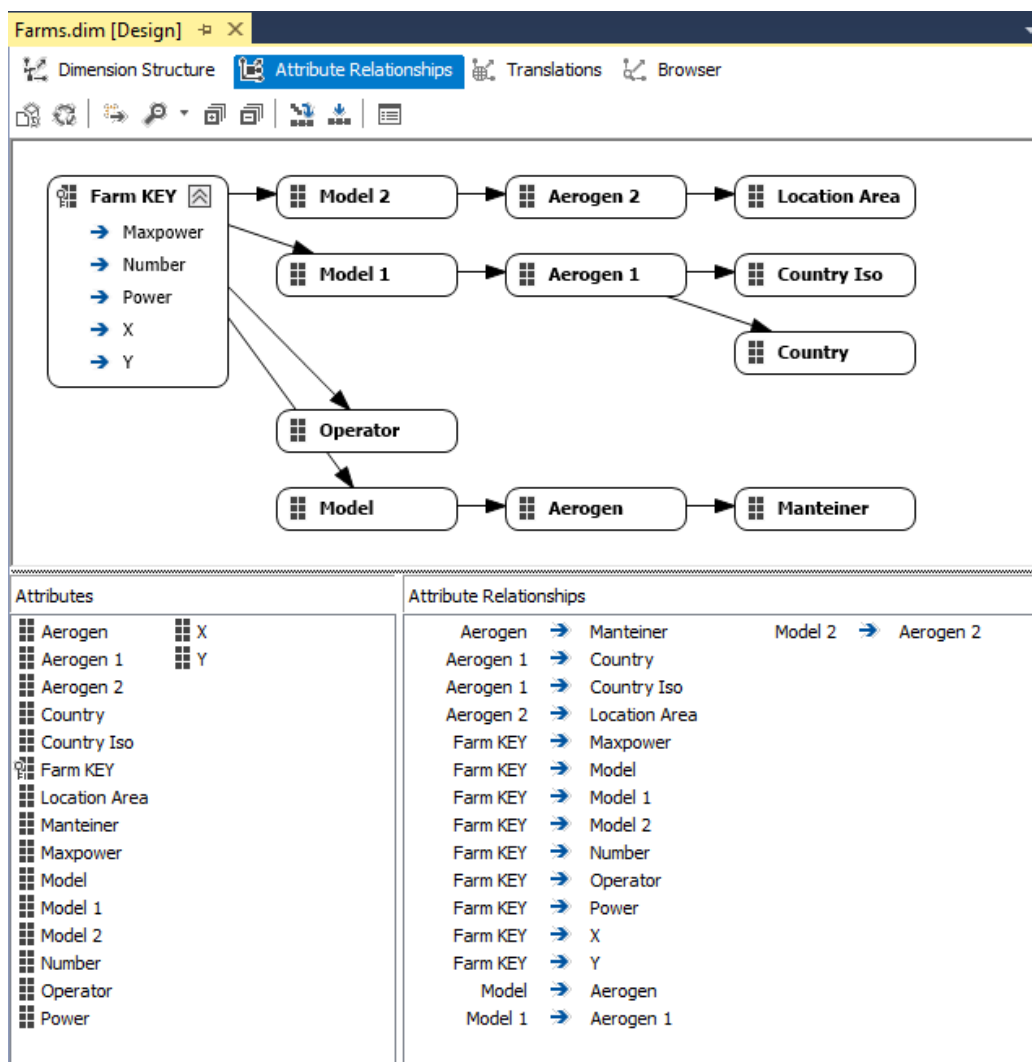


Figura 59. Relació d'atributs per a farms

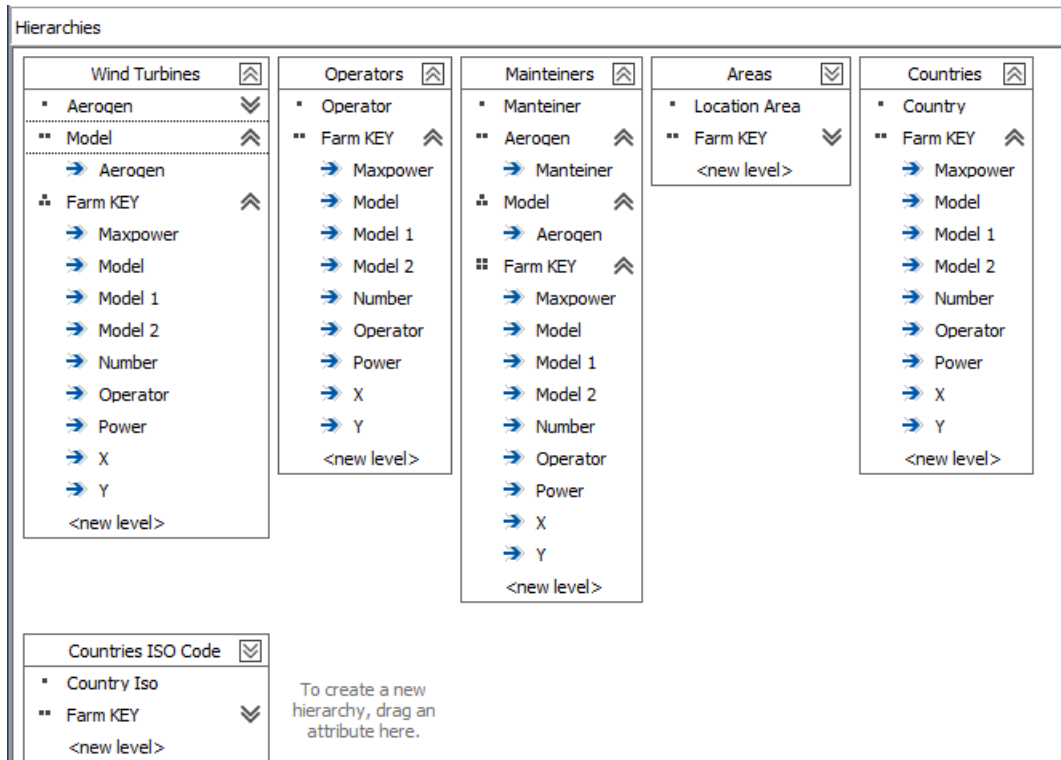


Figura 60. Jerarquies de farms

5.2.3. CREACIÓ DEL CUB

1. S'executa l'assistent de creació de Cub:

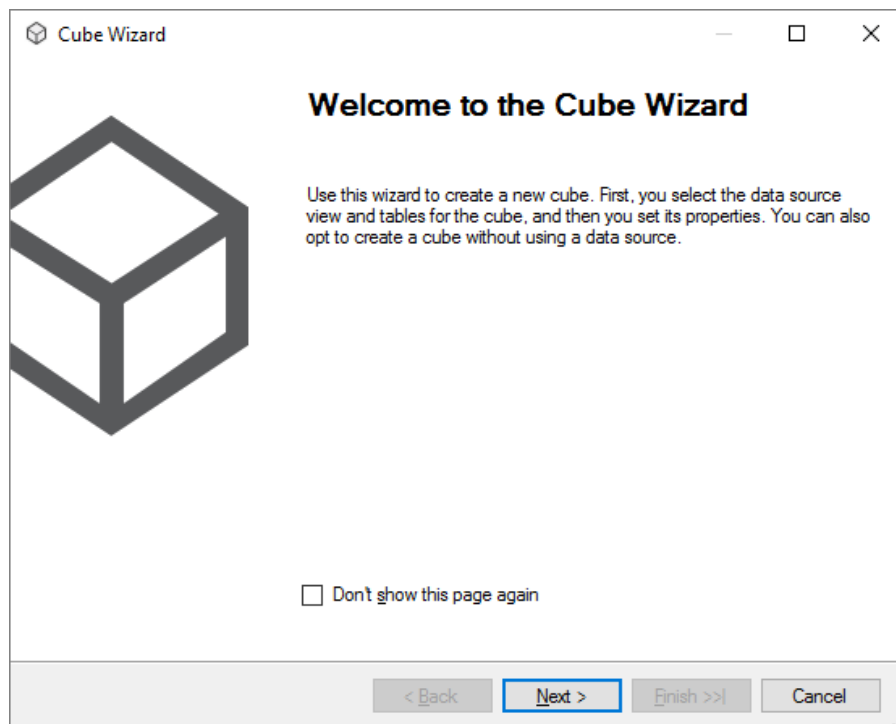


Figura 61. Assistent de creació de Cub

2. Se selecciona les taules de fet i posteriorment les mesures que es volen incloure.

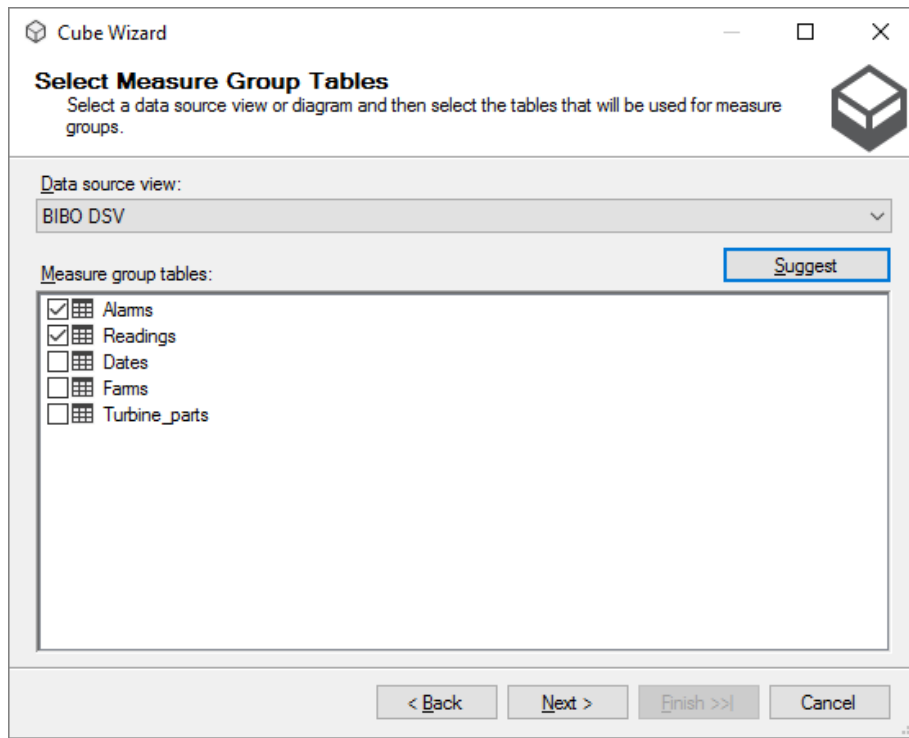


Figura 62. Selecció de taules de fet pel cub

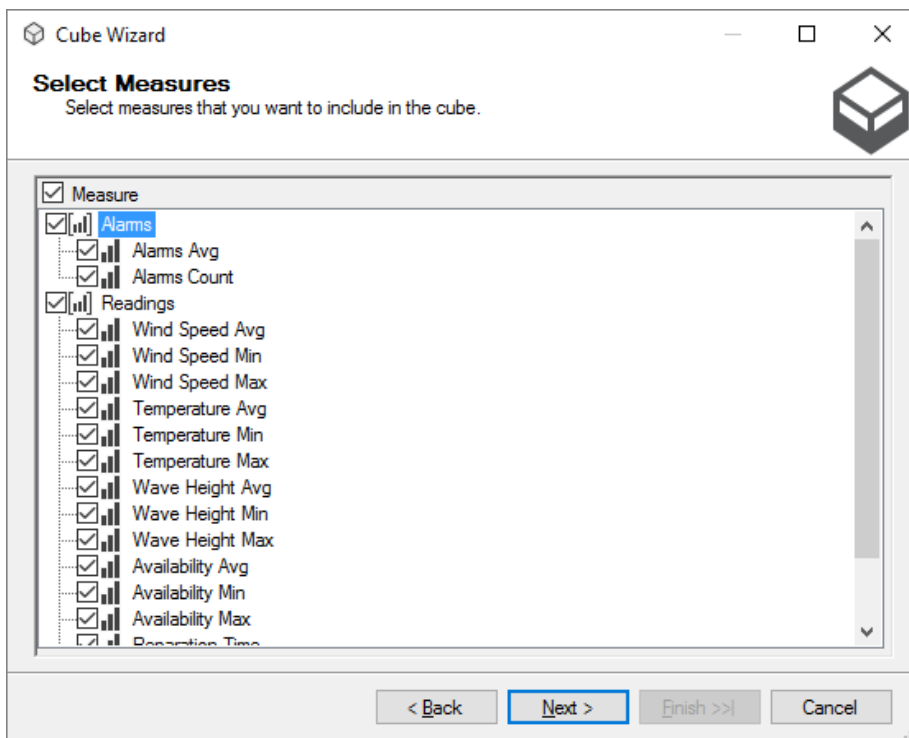


Figura 63. Selecció de mesures pel cub

3. Es tria les taules de dimensió i es confirma la creació del cub amb el nom assignat.

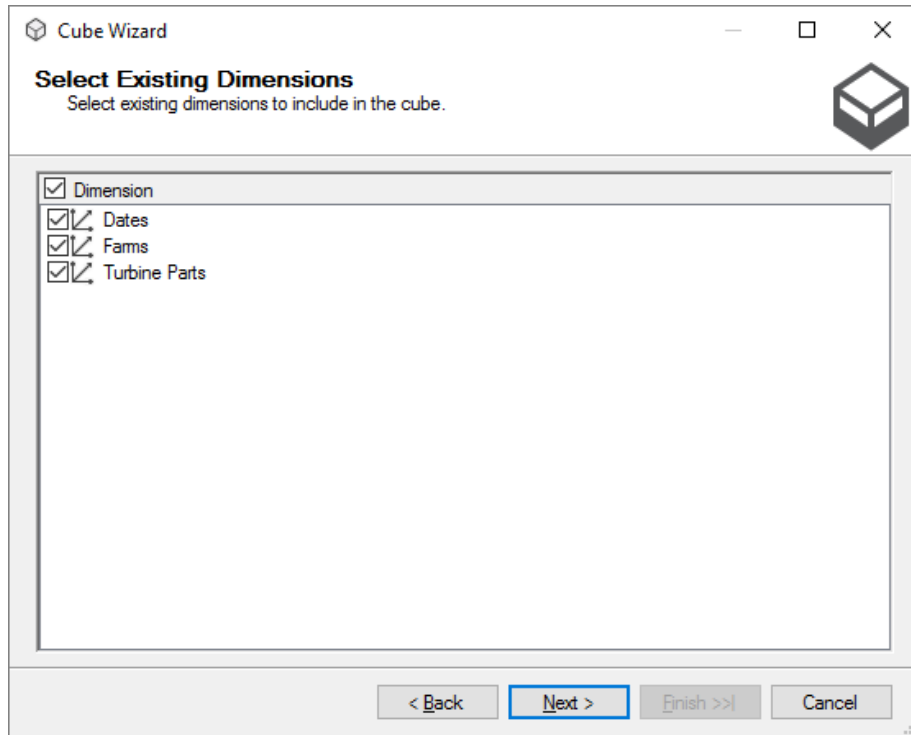


Figura 64. Selecció de dimensions pel cub

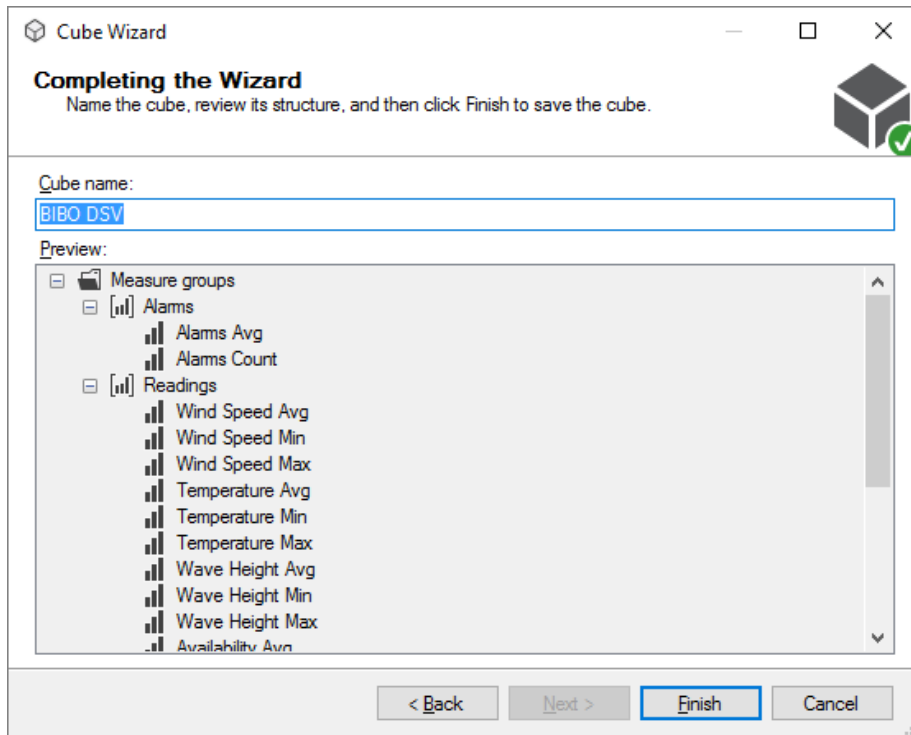


Figura 65. Assignació de nom al cub i finalització

Amb aquesta última acció, el cub queda definit i es mostra per pantalla el seu esquema:

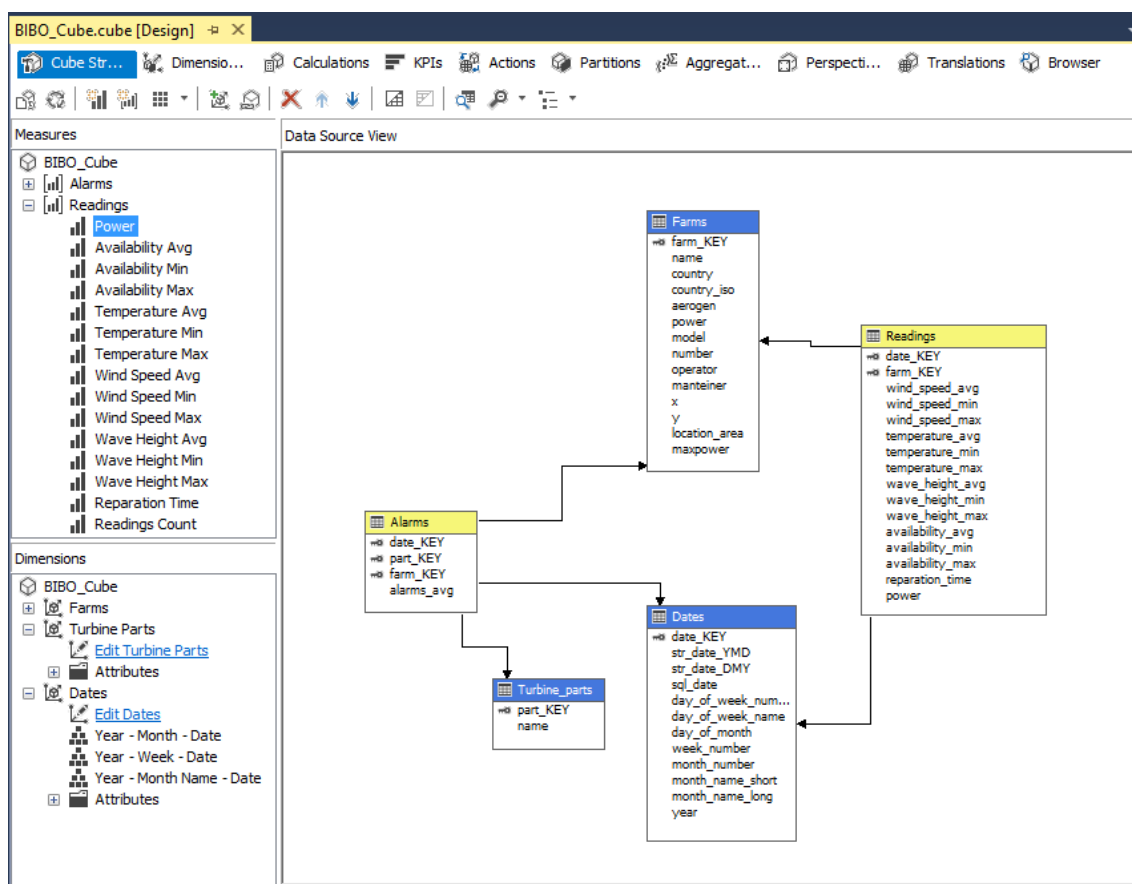


Figura 66. Esquema del cub BIBO_Cub definit

Ara cal revisar que les agrupacions de les mesures es calculen de forma coherent al tipus d'informació. A més, s'han d'afegir les mesures calculades que es consideren oportunes.

A excepció de la mesura creada per defecte al cub, denominada Reading Count per a Readings i Alarm Count per a Alarms i que conté el nombre de files associada a la mesura, totes les altres mesures s'agrupen com sumatori. Això és correcte per als atributs Reparation_Time i Power, però no per la resta, ja que la seva informació conté altres tipus d'informació com mitjans, valors mínim o màxims.

Així doncs, per les mesures amb sufix Availability Min, Availability Max, Temperature Min, Temperature Max, Wind Speed Min, Wind Speed Max, Wave Height Min i Wave Height Max, es modifiquen les seves propietats escollint l'agregació Minimum o Maximum d'acord al propi sufix de l'atribut.

Measures				
	Name	Measure Group	Data Type	Aggregation
	Alarms Avg	Alarms	Double	Sum
	Alarms Count	Alarms	Integer	Count
	Power	Readings	Double	Sum
	Availability Avg	Readings	Double	Sum
	Availability Min	Readings	Double	Min
	Availability Max	Readings	Double	Min
	Temperature Avg	Readings	Double	Max
	Temperature Min	Readings	Double	DistinctCount
	Temperature Max	Readings	Double	None
	Wind Speed Avg	Readings	Double	ByAccount
	Wind Speed Min	Readings	Double	AverageOf...
	Wind Speed Max	Readings	Double	FirstChild
	Wave Height Avg	Readings	Double	LastChild
	Wave Height Min	Readings	Double	Max
	Wave Height Max	Readings	Double	Max
	Reparation Time	Readings	Double	Sum
	Readings Count	Readings	Integer	Count

Figura 67. Modificació de la mesura Availability Min a Minimum

Per a les mesures de mitjanes, s'ha de mantenir la mitjana quan les mesures s'agrupen. En aquest cas, com no hi ha una funció específica que calculi la mitjana, es creen mesures calculades amb aquesta finalitat. Per fer-ho, es creen a la subfinestra de *calculations* els atributs Availability, Temperature, Wind Speed i Wave Height amb la fórmula de càlcul de la mitjana aritmètica, que haurà de tindre en compte que el nombre de registres sigui major que zero. Per exemple, la figura Figura 68, mostra les propietats per a la mesura calculada Availability.

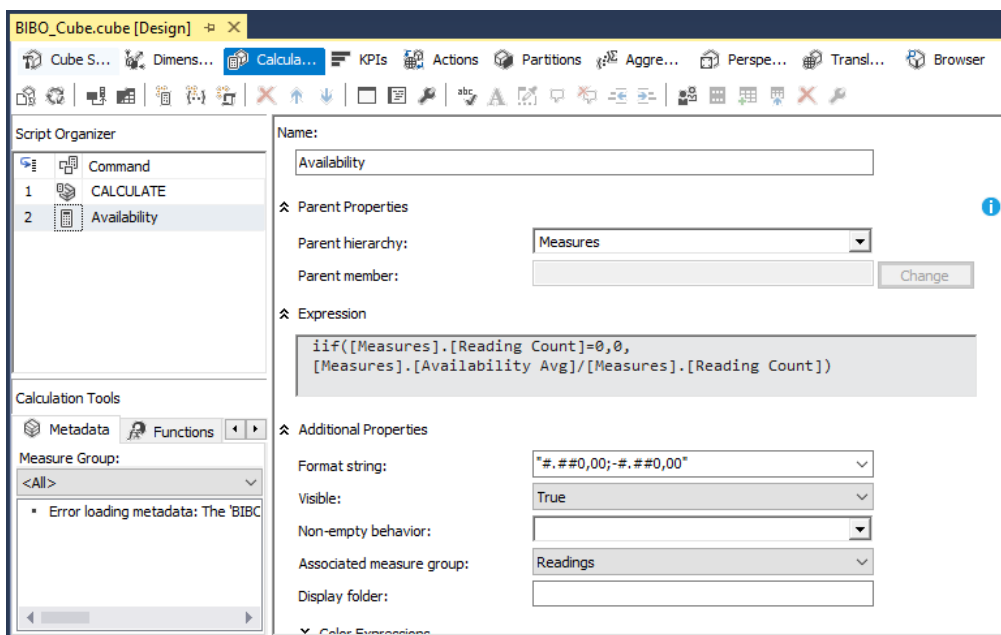


Figura 68. Càlcul i propietats de la mesura calculada Availability

Aquest mateix procediment es fa per a crear les mesures calculades, Temperature, Alarms, Wind Speed i Wave Height.

Adicionalment, es crea una mesura que indicarà l'eficiència del parc. És a dir, mostrarà el percentatge de potència que està generant el parc en relació al total possible del parc (potència de cada generador x total de generadors). Com la potència màxima està donada en MW, s'haurà d'obtenir la mitjana de MW generats per hora i dividir-ho pel total. La fórmula seria:

$$\text{Eficiència} = (\text{Potencia treball generada al dia} / 24) / \text{Maxpower.}$$

Name: Efficiency

Parent Properties

Parent hierarchy: Measures

Parent member:

Expression

```
iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
([Measures].[Power]/[Measures].[Readings Count])/24/[Farms].[Maxpower].currentmember.properties("key"))
```

Additional Properties

Format string: *Standard*

Visible: True

Non-empty behavior:

Associated measure group: Readings

Display folder:

Figura 69. Mesura calculada Efficiency

Finalment, les mesures que s'han fet servir per a calcular les mitjanes, es configuren com a no visibles en la finestra de propietats.

Properties

Temperature Avg Measure

AggregateFunction	Sum
DataType	Inherited
Description	
DisplayFolder	
FormatString	
ID	Temperature Avg
MeasureExpression	
Name	Temperature Avg
Source	Readings.temperature_avg (Double)
Visible	False

Visible
Indicates whether the measure is visible to client applications.

Figura 70. Canvi de visible a no visible per a temperature_avg

5.3. VISUALITZACIÓ DE DADES

Una vegada definit el cub, es desplega a una instància del servidor d'Anàlisi Server. D'aquesta manera, tots els objectes definits s'implementaran en el servidor i ja es podrà gestionar el cub i mostrar dades.

Per a fer-ho, es fa posada en marxa del projecte al servidor a través de l'opció *Deploy*. Amb això, es crea la MDB.

Les jerarquies es poden comprovar directament des de la finestra de cada una de les dimensions i accedint posteriorment a la finestra *browser*:

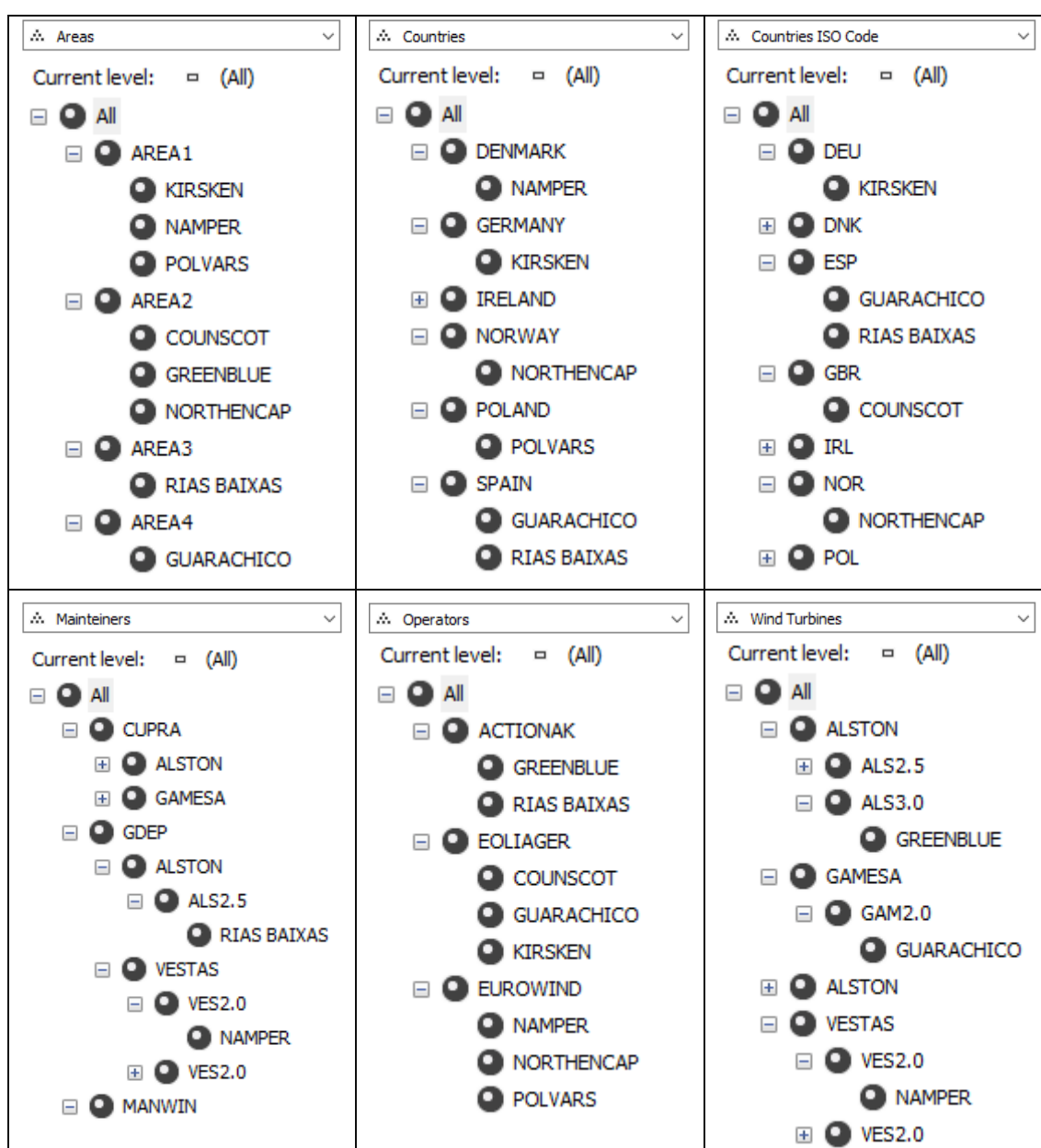


Figura 71. Visualització de les jerarquies de Farms

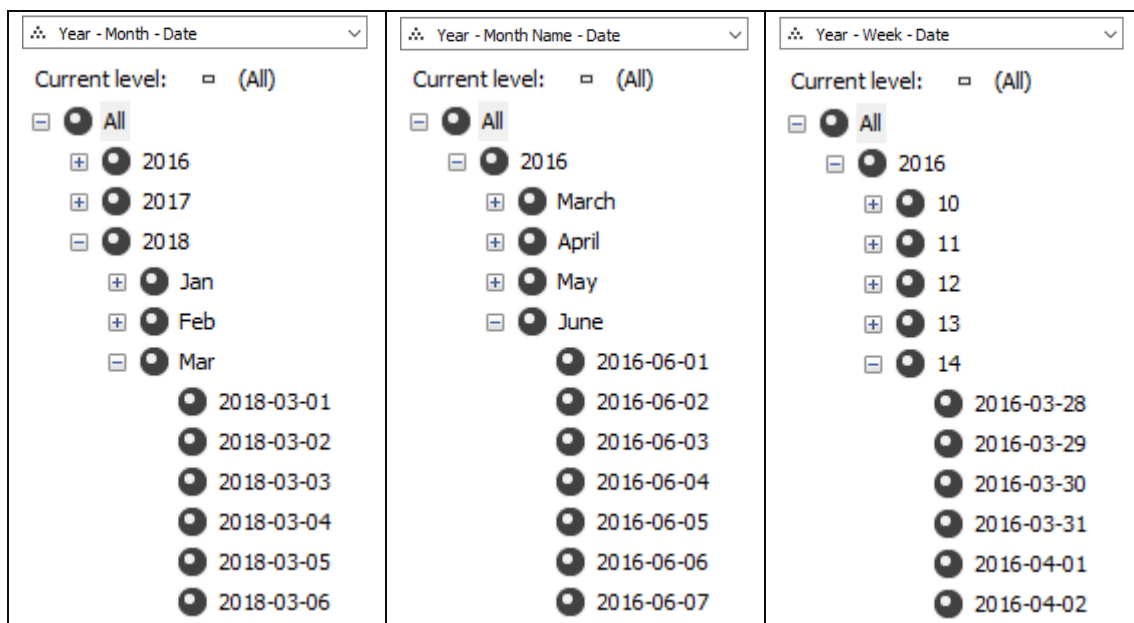


Figura 72. Visualització de les jerarquies de Dates

Per a visualitzar el cub, s'obre la finestra del cub i posteriorment es prem l'opció *browser*.

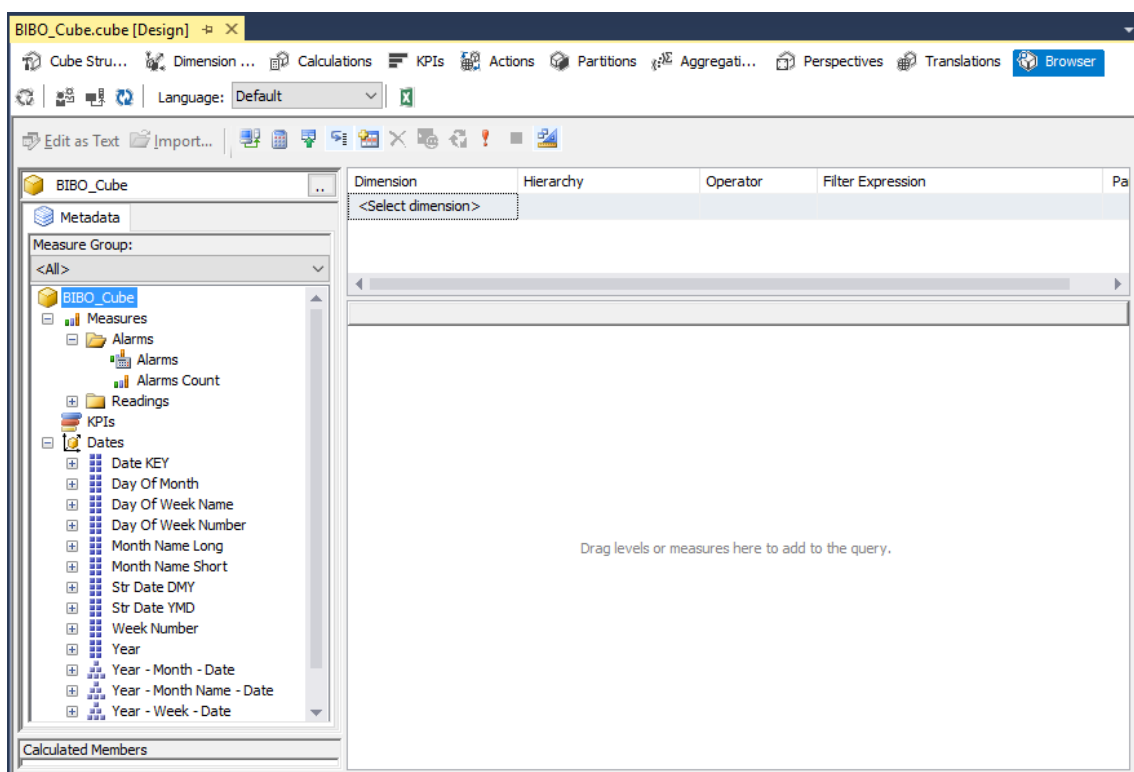


Figura 73. Finestra de *browser* del cub

Amb aquest espai de treball, es disposa d'accés a les dimensions i mesures. Si es col·loquen qualsevol d'aquestes a la part central, es visualitzen els valors d'aquestes d'acord a les agrupacions fixades per les dimensions i jerarquies. Així, amb aquest entorn de treball, es pot navegar pel cub.

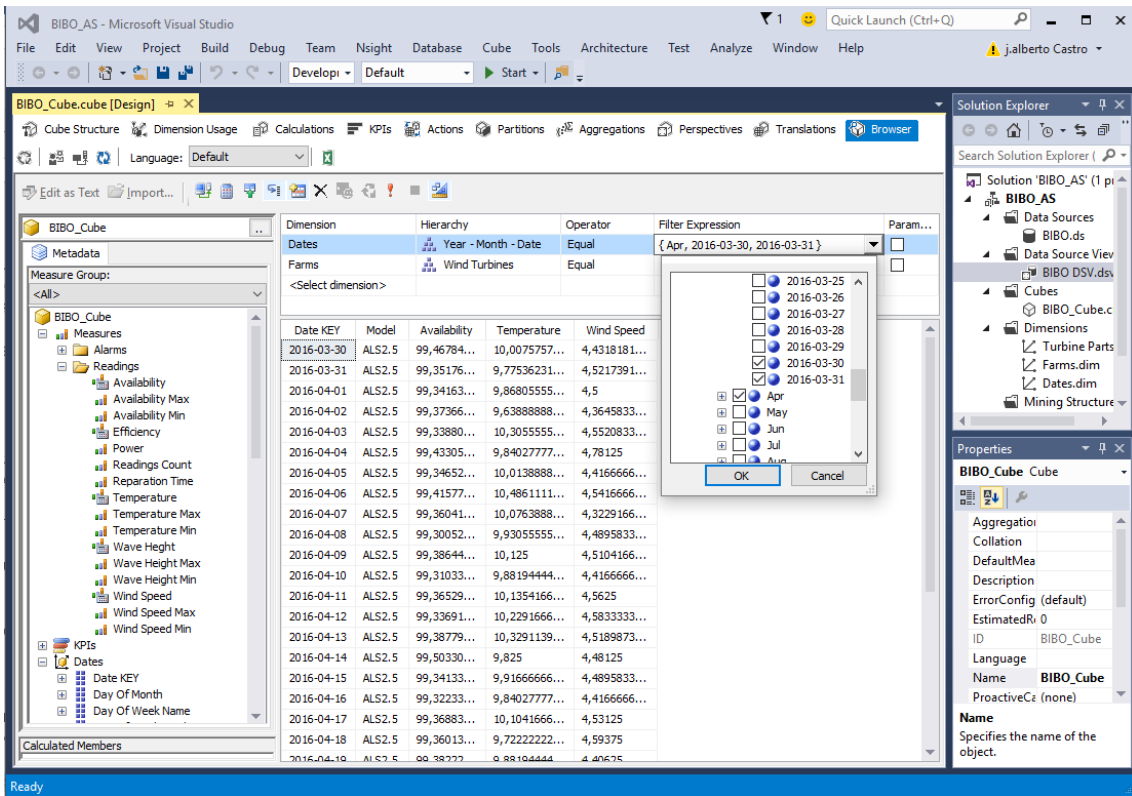


Figura 74. Visualització de dades des del cub

Amb el botó d'exportar a Excel, les dades es podrien analitzar amb *PowerPilot*.

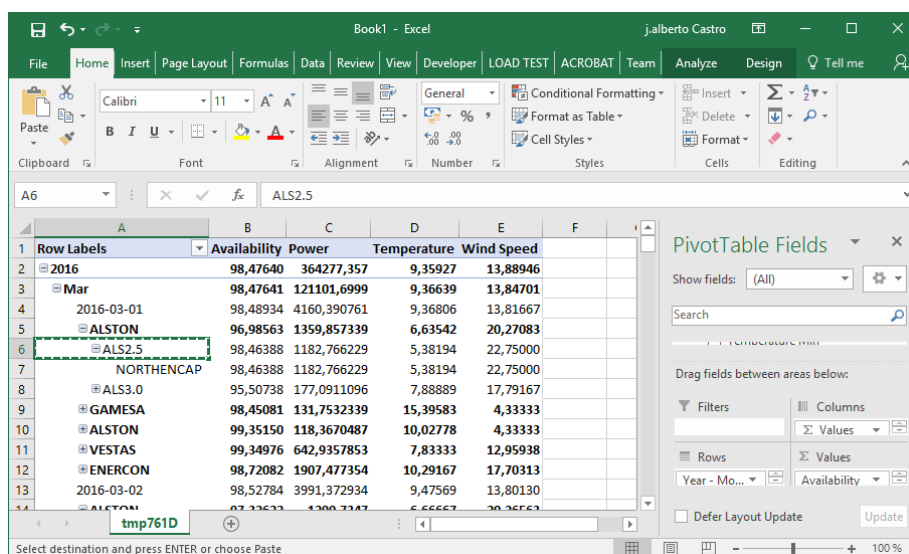


Figura 75. Exportació de dades del cub a Excel

6. PRESENTACIÓ DE DADES

3er pas



Figura 76. Tercer pas: presentar

6.1. CONCEPTES

La presentació de dades ha de permetre l'usuari observar, comprendre, predir i prendre decisions. Les dades doncs, ha de ser mostrades de forma que sigui fàcil i sense confondre dur a terme aquestes activitats. Els gràfics són les eines principals per aquest fi i la seva informació està reforçada si hi ha dades tabulades que els recolzin.

Els gràfics poden ser de molts tipus: pastís, barres, lineals, punts, etc. L'elecció del tipus de gràfic ha d'estar alineat amb la informació que es vol donar, sense elements de distracció o de confusió. Per altra banda, la navegació pel cub de dades, permet una flexibilitat en el desplegament i agrupació que permet analitzar les dades a diferent nivells de detalls. D'aquí han sortit els següents termes:

- *drill down*: significa aprofundir en el detalls seguint una jerarquia. Per exemple: Year -> Month -> Date.
- *drill up*: significa analitzar les dades amb menys nivell de detall. Date -> Month -> Year.
- *Drill across/through*: significa canviar d'informes amb, normalment, parametrització de l'informe inicial. Per exemple, a partir d'un gràfic resum de producció dels parcs, fer clic a un d'ells i veure un altre informe tabular amb la producció generada cada dia.
- *Drill by*: Significa anar directament a un nivell particular de la jerarquia sense haver de visitar cada nivell entremig.

6.2. IMPLEMENTACIÓ D'INFORMES

Per a la implementació dels informes, tal com es va veure al capítol 2.2.1. , hi són les eines d'Excel amb PowerView i PowerPilot, PowerBI i SSRS. Totes tres poden servir per a analitzar les dades, crear unes presentacions fàcils d'interpretar i treure conclusions i donar resposta a les preguntes plantejades a l'inici del Treball.

Mentre que Excel i PowerBI estan més orientats al concepte de “fes-t'ho tu mateix” per a l'usuari final, SSRS està més enfocat als desenvolupadors, per a què els usuaris només hagin de veure les dades, obtenir respostes a les seves preguntes i prendre les decisions oportunes. No obstant, encara que els informes estiguin dissenyats, la informació és dinàmica, a més de permetre a l'usuari la navegació entre ells a partir de les tècniques mencionades de drill up, down, by i across/through.

Aquest Treball utilitza SSRS, seguint el conjunt d'aplicacions que formen part de Microsoft SQL Server BI. Així com s'ha fet amb SSIS i SSAS, es fa servir l'eina Visual Studio per a crear un projecte de *Reporting Services*. El projecte de SSRS s'anomena BIBO_RS.

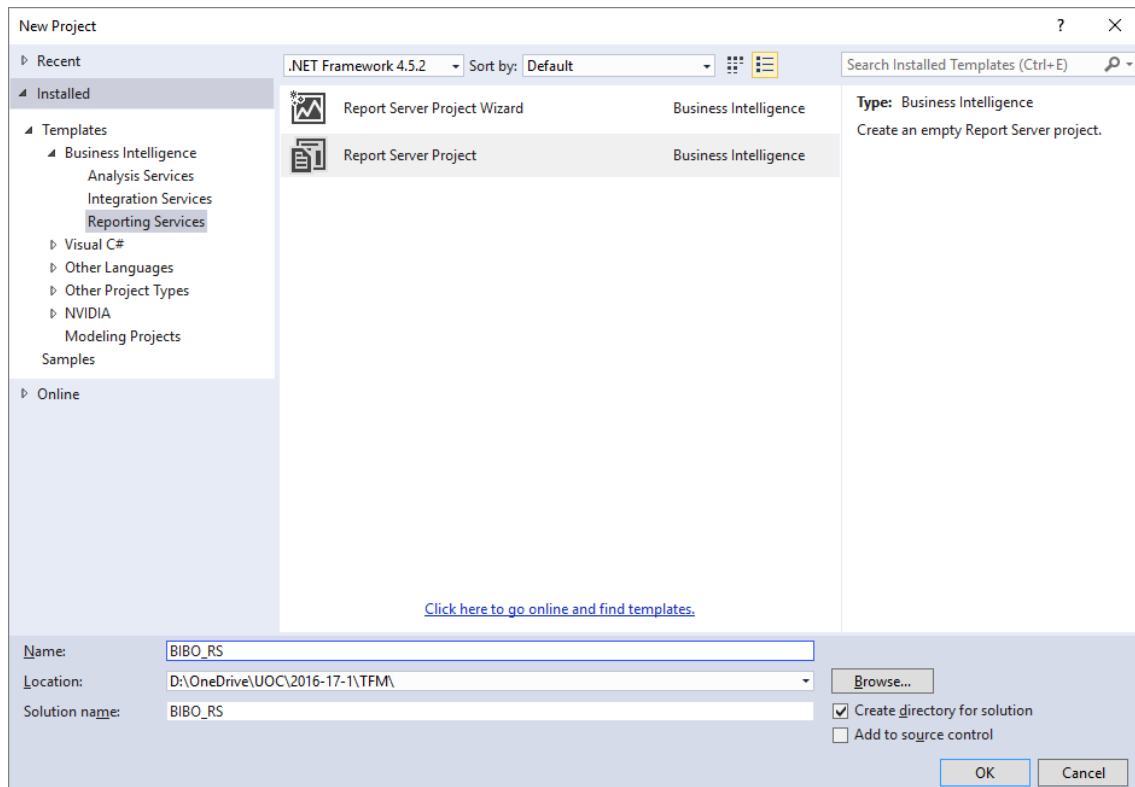


Figura 77. Creació del projecte BIBO_RS

Una vegada creat, se selecciona *Add Share Data Source* des de la finestra de *Solution Explorer* amb la finalitat d'associar l'estructura i dades del cub a la creació dels reports:

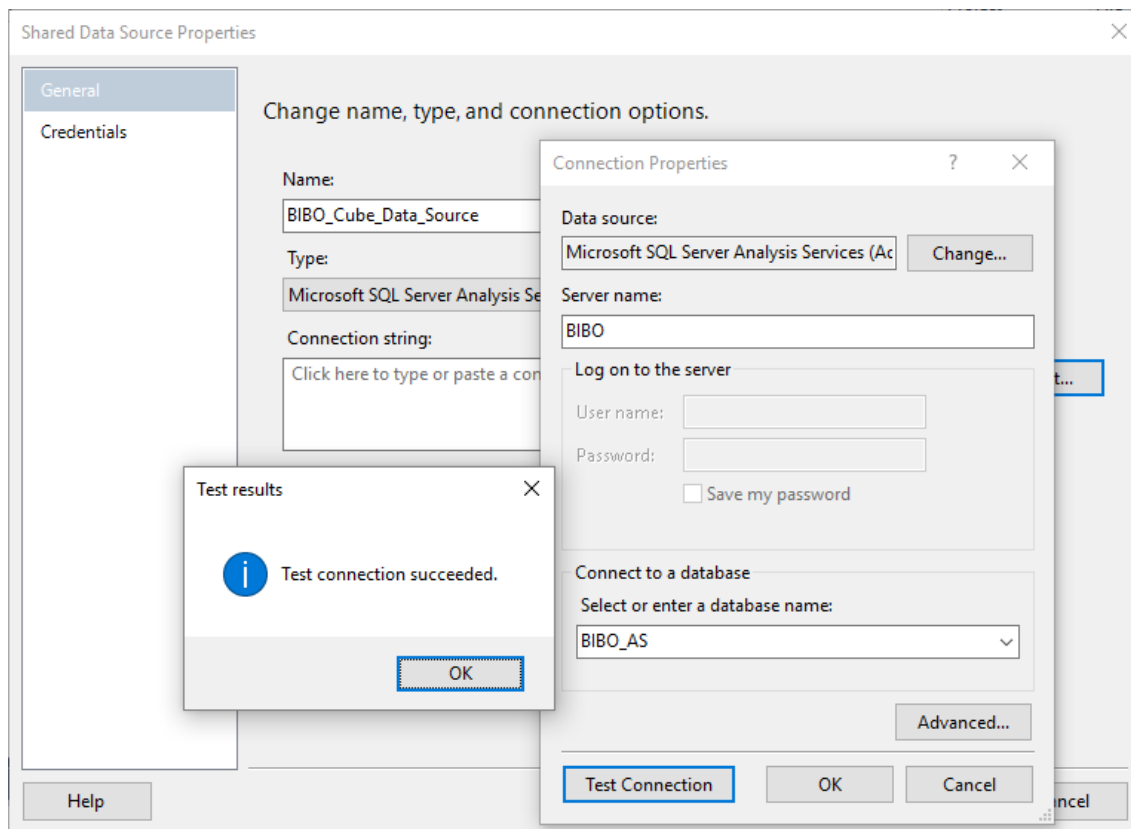


Figura 78. Selecció del Cub per als reports

Una vegada creat el *Data Source*, per a cada tipus d'informe, s'haurà de crear la o les consultes al cub i afegir els elements de disseny desitjats. El procediment és el següent:

1. Crear un *Data_Set*, o fer servir un de ja existent, que especifiqui les dades que es volen utilitzar. En cas d'haver de crear un de nou, se selecciona *Add New DataSet* a la finestra de *Solution Explorer* i, dintre del diàleg, se li posa un nom i se selecciona el data source creat prèviament (BIBO_Cube_Data_Source) com origen de dades. Seguidament, es llença el *Query Builder* per a crear la consulta. *Query Builder*, té la mateixa interfície que utilitza SSAS per a visualitzar el cub.

Dins del *Query Builder*, s'arrossequen les mesures i atributs al centre per a construir la consulta, els filtres i paràmetres a la part de dalt i es comprova que les dades visualitzades corresponen al desitjat

Year	Week Number	Date KEY	Farm KEY	Maxpower	Power	Efficiency
2016	10	2016-03-...	NORTHE...	82.5	1182,76622936008	0,0597356...
2016	10	2016-03-...	GREENBL...	30.0	177,091109631454	0,2459598...
2016	10	2016-03-...	GUARAC...	60.0	131,753233863082	0,0914953...
2016	10	2016-03-...	RIAS BAL...	62.5	118,367048708196	0,0078911...
2016	10	2016-03-...	NAMPER	30.0	127,686687248366	0,1773426...
2016	10	2016-03-...	COUNSC...	58.0	515,249098076605	0,3701502...
2016	10	2016-03-...	KIRSKEN	62.5	579,037619638606	0,0386025...
2016	10	2016-03-...	POLVARS	100.0	1328,43973466945	0,5535165...
2016	10	2016-03-...	NORTHE...	82.5	1107,72424833924	0,0559456...
2016	10	2016-03-...	GREENBL...	30.0	183,01045122092	0,2541811...
2016	10	2016-03-...	GUARAC...	60.0	137,987154518991	0,0958244...
2016	10	2016-03-...	RIAS BAL...	62.5	107,94097859738	0,0071960...
2016	10	2016-03-...	NAMPER	30.0	117,426842805908	0,1630928...
2016	10	2016-03-...	COUNSC...	58.0	575,194184516287	0,4132142...
2016	10	2016-03-...	KIRSKEN	62.5	593,982685716401	0,0395988...
2016	10	2016-03-...	POLVARS	100.0	1168,10638867957	0,4867109...
2016	10	2016-03-...	NORTHE...	82.5	1164,24788083349	0,0588003...
2016	10	2016-03-...	GREENBL...	30.0	171,67640923865	0,2384394...

Figura 79. Exemple de visualització de la consulta

2. Una vegada inclosos els camps desitjats, es mostra la consulta:

Shared Dataset Properties

Query

Choose a data source and create a query.

Name: Production_Summary

Data source: BIBO_Cube_Data_Source

Query type: Text Table Stored Procedure

Query:

```
SELECT NON EMPTY ( [Measures].[Power], [Measures].[Efficiency] ) ON COLUMNS, NON
EMPTY ( ([Dates].[Year - Week - Date],[Date KEY].ALLMEMBERS * [Farms],[Farm KEY].[Farm
KEY].ALLMEMBERS * [Farms],[Maxpower],[Maxpower].ALLMEMBERS ) ) DIMENSION
PROPERTIES MEMBER_CAPTION, MEMBER_VALUE, MEMBER_UNIQUE_NAME ON ROWS
FROM ( SELECT ( ([Dates],[Date KEY].&[20160301] : [Dates],[Date KEY].&[20160531] ) ON
COLUMNS FROM [BIBO_Cube]) CELL PROPERTIES VALUE, BACK_COLOR, FORE_COLOR,
FORMATTED_VALUE, FORMAT_STRING, FONT_NAME, FONT_SIZE, FONT_FLAGS
```

Time out (in seconds): 0

Figura 80. Exemple de resultat d'un Query Builder

3. A continuació, s'executa *Add New Item* des de Solution Explorer / Reports per a crear un nou report:

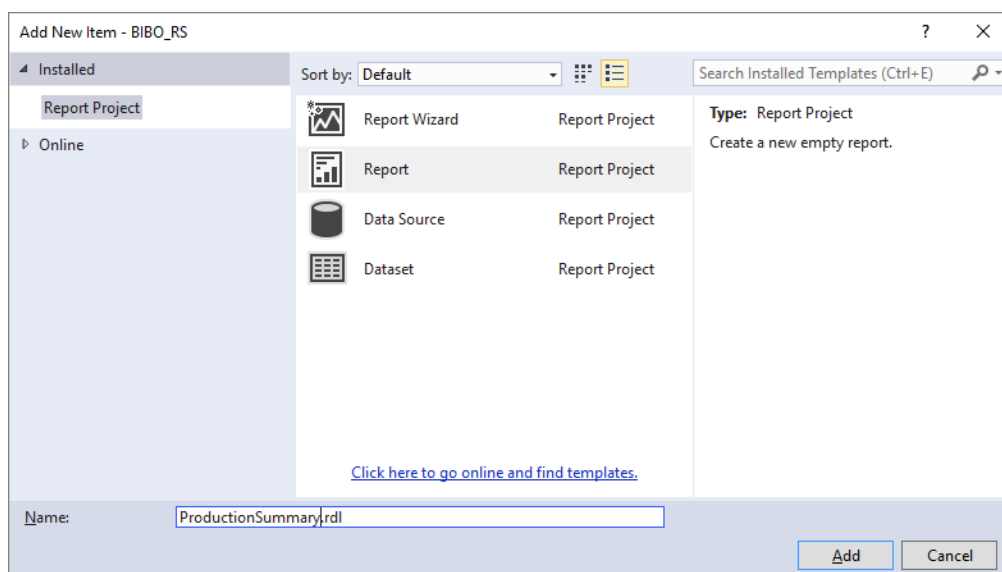


Figura 81. Creació d'un nou informe

4. Una vegada s'ha creat, s'obre l'entorn de disseny de l'informe, amb la finestra d'eines per una banda, que inclou els elements que poden formar part de l'informe com taules, gràfics, caixes de text, etc. i el DataSet amb els atributs i mesures que el formen, per l'altra banda.

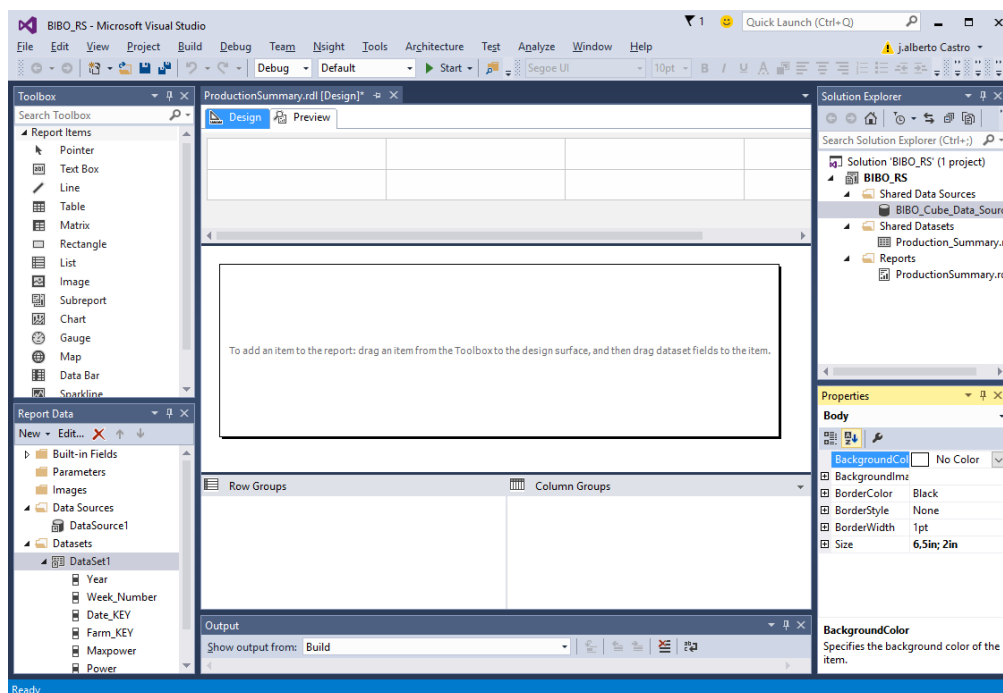


Figura 82. Entorn de treball per a dissenyar informes

- Una vegada dissenyat l'informe, es guarda i, anàlogament a com es va fer amb SSAS, es fa el desplegament al servidor.

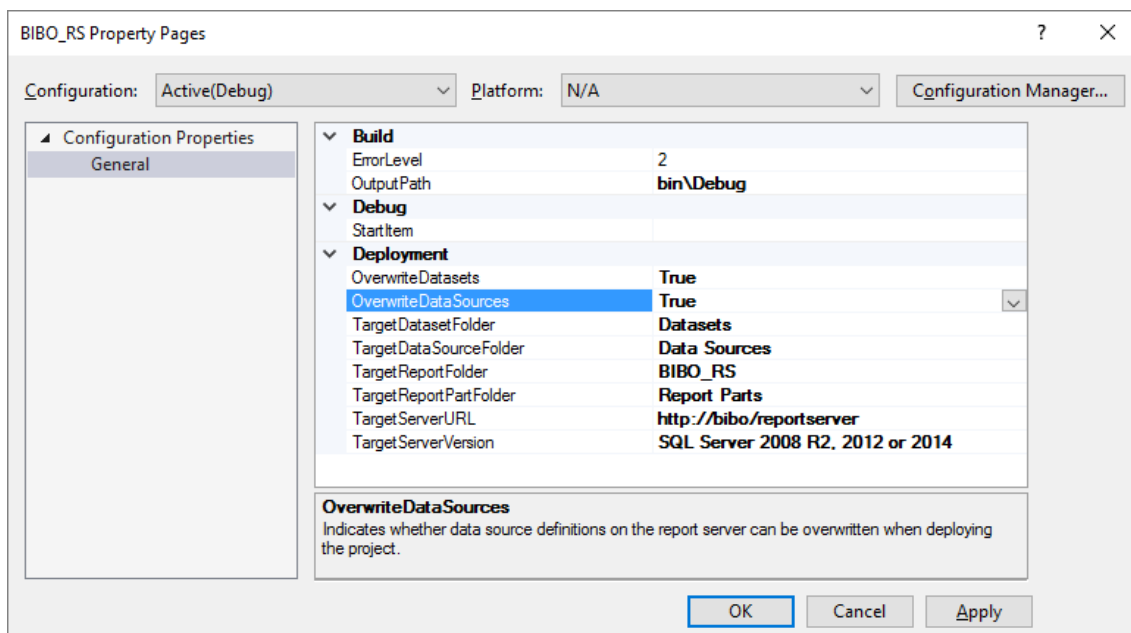


Figura 83. Propietats del projecte de SSRS

- A partir d'aquest moment, l'informe ja és visible a la URL del servidor:

http://bibo/ReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2fBIBO_RS...

6.3. RESUM D'INFORMES ELABORATS

La següent taula llista el conjunt d'informes elaborats per a donar resposta a les preguntes plantejades a l'enunciat del Treball:

Taula 20. Llistat d'informes implementats

Nom	Descripció
AlarmsSummary.rdl	Relació d'alarmes per parc i climatologia
Dashboard.rdl	Quadre de comandament
EfectivitatManteniment.rdl	Efectivitat de les empreses de manteniment
MeteoAlarms.rdl	Influència de la climatologia en les alarmes
ProductionDetails.rdl	Detall de producció
ProductionSummary.rdl	Resum de producció dels parcs eòlics. Detall a nivell setmanal

Nom	Descripció
WheatherConditionsFarm.rdl	Influència de la climatologia amb la producció
WindSpeedPowerArea.rdl	Relació productivitat i velocitat del vent
WindSpeedPowerAreaDetails..rdl	Detall de la productivitat amb la velocitat del vent

7. INFORME “OFFSHORE WIND”

Aquest informe dona resposta a les qüestions plantejades com a part dels objectius d'aquest Treball. Les respostes es realitzen a partir dels informes implementats en el capítol 6.

7.1. PRODUCTIVITAT DELS PARCS (Q1)

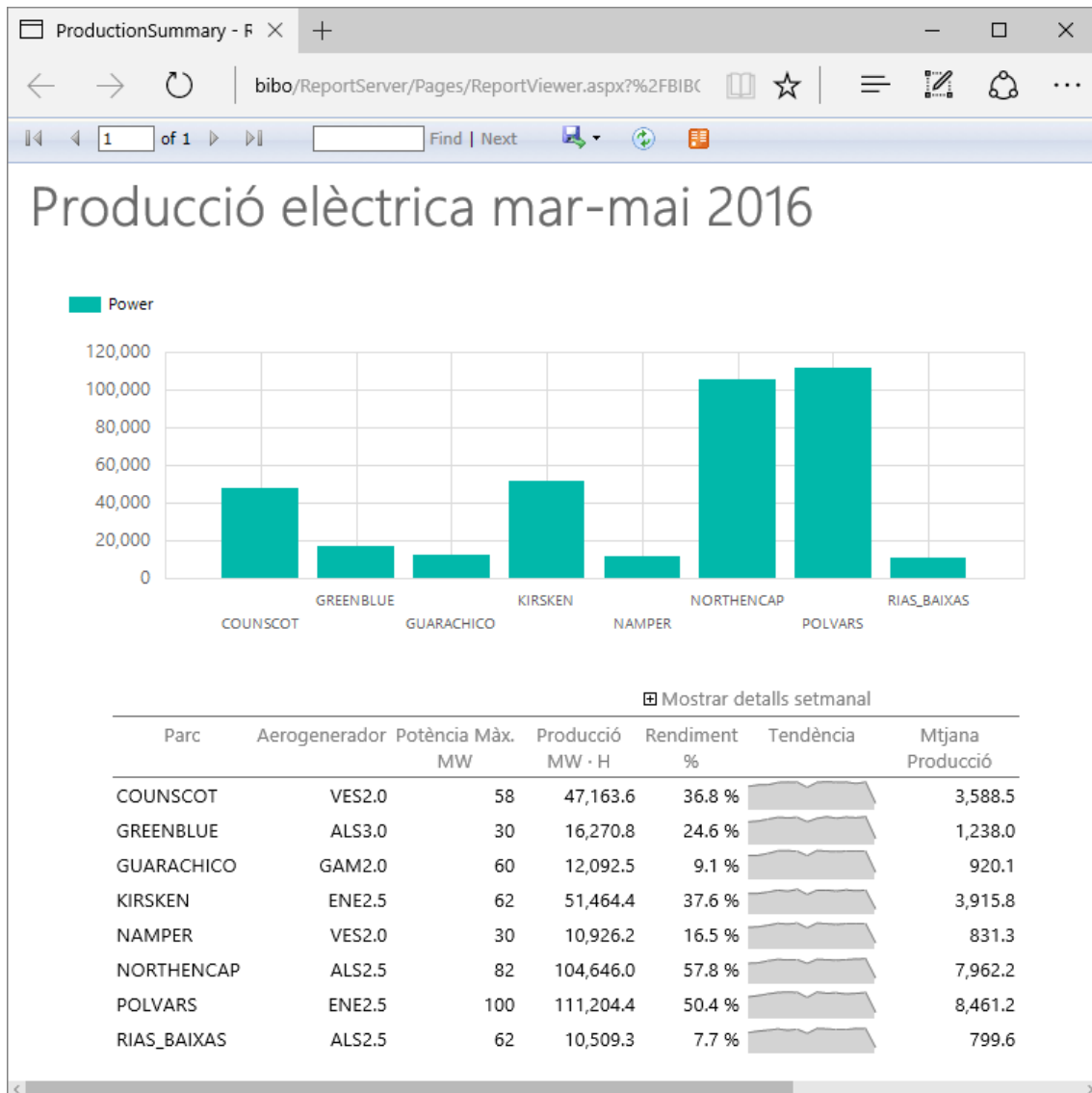


Figura 84. Resum de productivitat elèctrica dels parcs

Com es pot veure en la figura, el parc amb més productivitat és Polvars, amb una producció elèctrica de 111.204 MW·H seguit de prop per Northencap, amb

104.646 MW·H. A la cua es situen Guarachico, Namper i Rias Baixas amb unes productivitats de 12.092, 10.926 i 10.596 MW·H respectivament.

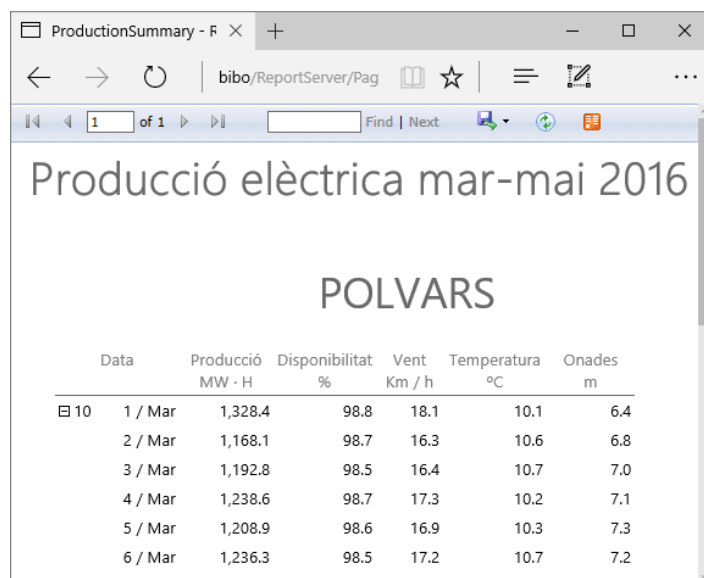
Per altra banda, tenint en compte el tipus i model d'aerogenerador i el nombre que hi ha instal·lats a cada parc, els valors del seus rendiments indiquen, per exemple, que Northencap està millor aprofitat que Polvars i que els de menys productivitat estan per sota del 10% de la seva capacitat de generació elèctrica.

Els gràfics de la tendència ens indiquen homogeneïtat en tots els parcs. Però es detecten dos anomalies comuns a tots els parcs que requereixen explicació:

- La caiguda sobtada al final correspon a que l'última setmana del període no té 7 dies i, per tant, la producció és menor.
- La caiguda de producció al a meitat del període, al voltant del mitjans d'abril no té una explicació lògica a menys que hi hagi hagut algun tipus d'esdeveniment comú a tots els parcs en el mateix període.

Investigant les dades originals, es pot verificar que els dies 13 i 14 d'abril no hi ha lectures de cap parc des de les 8:30 fins les 19:10. Per tant, les lectures de producció d'aquests intervals de temps estan perdudes i queden reflectides en les gràfiques. No obstant això, al ser igual per a tots, es manté les proporcions.

Si es clica en el gràfic sobre la barra d'un parc, s'enllaça un altra informe amb el detall per setmanes (i en dies) de la productivitat i lectures meteorològiques:

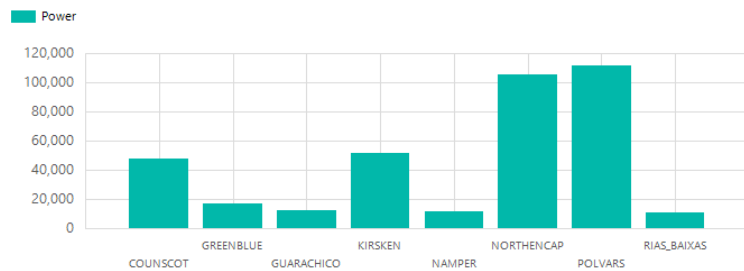


Data	Producció MW · H	Disponibilitat %	Vent Km / h	Temperatura °C	Onades m
1 / Mar	1,328.4	98.8	18.1	10.1	6.4
2 / Mar	1,168.1	98.7	16.3	10.6	6.8
3 / Mar	1,192.8	98.5	16.4	10.7	7.0
4 / Mar	1,238.6	98.7	17.3	10.2	7.1
5 / Mar	1,208.9	98.6	16.9	10.3	7.3
6 / Mar	1,236.3	98.5	17.2	10.7	7.2

Figura 85. Detall de producció per dia de Polvars

Si en el gràfic original es fa clic sobre "Mostrar detalls setmanal", s'amplia la informació tabulada amb el detalls de productivitat per a cada setmana:

Producció elèctrica mar-mai 2016



Mostrar detalls setmanal

Parc	Aerogenerador	Potència Màx. MW	Producció MW · H	Rendiment %	Tendència	Mtjana Producció	10 MW · H	11 MW · H	12 MW · H	13 MW · H	14 MW · H	15 MW · H	16 MW · H	17 MW · H	18 MW · H	19 MW · H	20 MW · H	21 MW · H	22 MW · H	23 MW · H
COUNSCOT	VES2.0	58	47,163.6	36.8 %		3,588.5	3,187.6	3,345.0	3,374.7	3,661.3	3,717.0	3,698.8	3,051.3	3,667.8	3,764.6	3,681.6	3,702.4	3,543.9	3,709.5	1,058.1
GREENBLUE	ALS3.0	30	16,270.8	24.6 %		1,238.0	1,079.1	1,116.0	1,199.1	1,278.9	1,258.7	1,275.4	1,082.3	1,232.8	1,304.4	1,241.5	1,287.2	1,265.3	1,304.7	345.5
GUARACHICO	GAM2.0	60	12,092.5	9.1 %		920.1	802.2	814.1	872.5	956.4	958.5	939.6	802.2	965.2	945.0	927.8	947.1	944.5	940.1	277.4
KIRSKEN	ENE2.5	62	51,464.4	37.6 %		3,915.8	3,485.6	3,540.8	3,744.5	4,052.1	3,879.9	4,185.9	3,353.5	4,048.0	4,071.9	3,914.9	4,098.3	3,950.0	4,055.3	1,083.6
NAMPER	VES2.0	30	10,926.2	16.5 %		831.3	735.8	754.0	799.7	862.8	838.2	868.8	719.0	869.1	852.3	827.4	853.0	847.6	849.2	249.1
NORTHENCAP	ALS2.5	82	104,646.0	57.8 %		7,962.2	6,964.4	7,124.8	7,757.7	8,218.8	8,026.9	8,137.8	6,915.7	8,260.4	8,084.2	7,955.2	8,117.1	8,341.6	8,401.8	2,339.6
POLVARS	ENE2.5	100	111,204.4	50.4 %		8,461.2	7,373.2	7,795.4	8,298.3	8,782.7	8,926.6	8,775.5	7,188.3	8,890.5	8,548.4	8,665.7	8,294.6	8,478.7	8,728.6	2,457.8
RIAS_BAIXAS	ALS2.5	62	10,509.3	7.7 %		799.6	706.9	751.9	785.2	822.2	781.6	813.1	680.8	836.3	823.0	804.8	805.4	834.3	826.9	236.9

Figura 86. Detall per setmanes de la producció elèctrica

7.2. METEOROLOGIA I PRODUCCIÓ (Q2)

L'informe implementat permet mostrar les gràfiques de cada una de les variables meteorològiques amb la productivitat pel parc escollit:

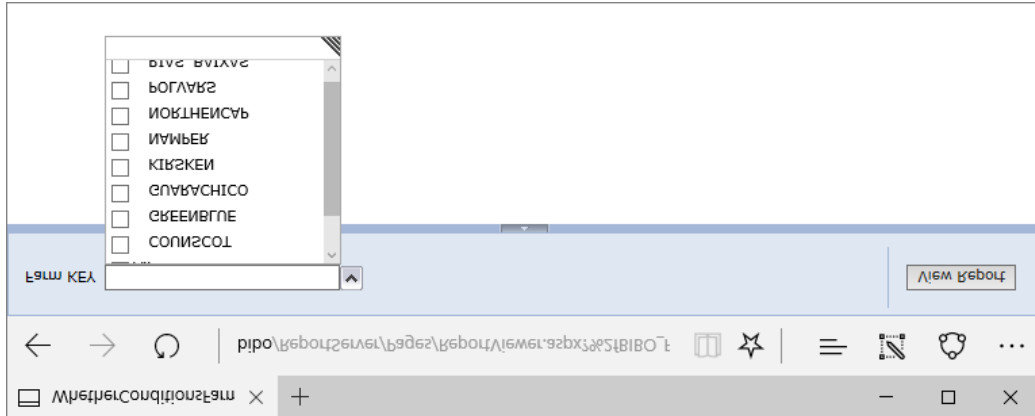


Figura 87. Selecció del parc per l'anàlisi meteorològic

7.2.1. COUNSCOT

De cara a obtenir major resolució, se separa en tres gràfiques diferents la relació entre les variables meteorològiques amb la productivitat:

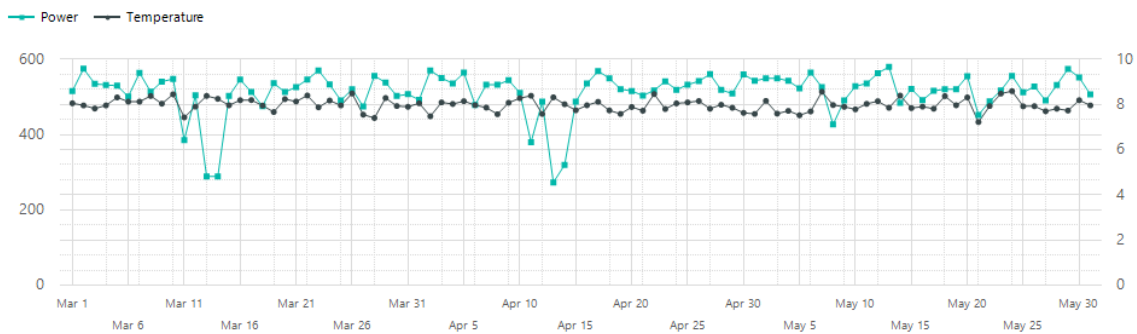


Figura 88. Councot: Productivitat vs temperatura

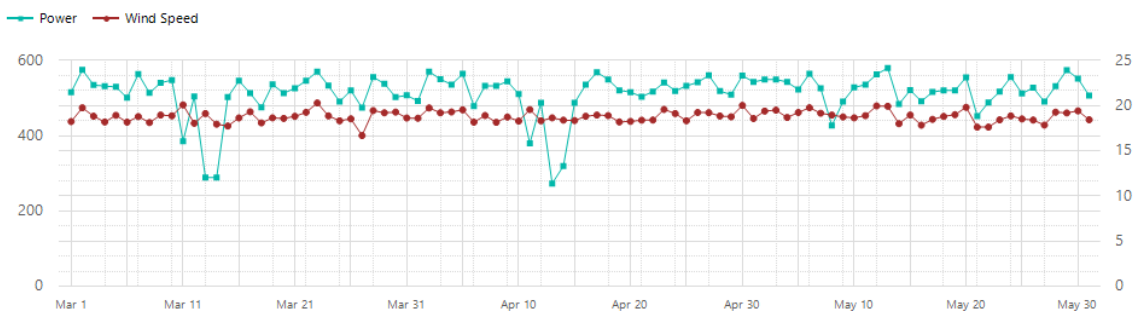


Figura 89. Councot: Productivitat vs velocitat del vent

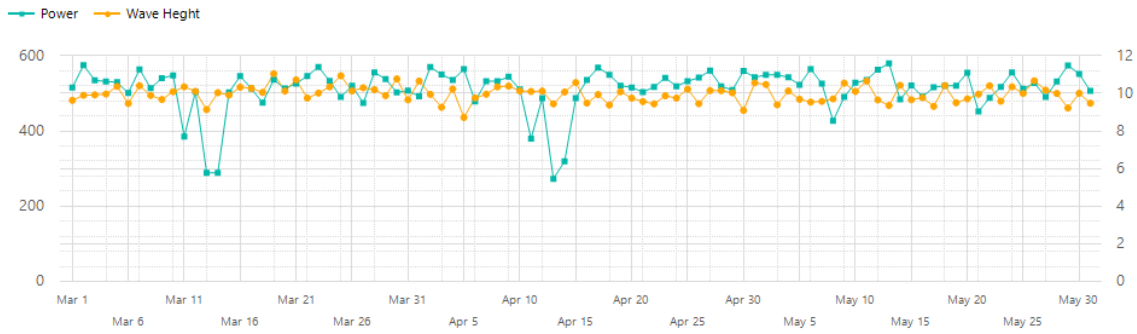


Figura 90. Councot: Productivitat vs altura onades

De les gràfiques lineals es pot observar que hi ha unes caigudes importants de producció al març, abril i maig (veure Figura 91) que, com es podrà comprovar coincideixen en el temps i proporció amb la resta de parcs. Així com es va detectar a l'apartat 7.1. que a l'abril hi havia menys lectures en uns dies específics, el mateix passa al març i maig en diferent proporció. Per tant, de cara a l'anàlisi, aquestes àrees marcades de vermell no es tenen en consideració.

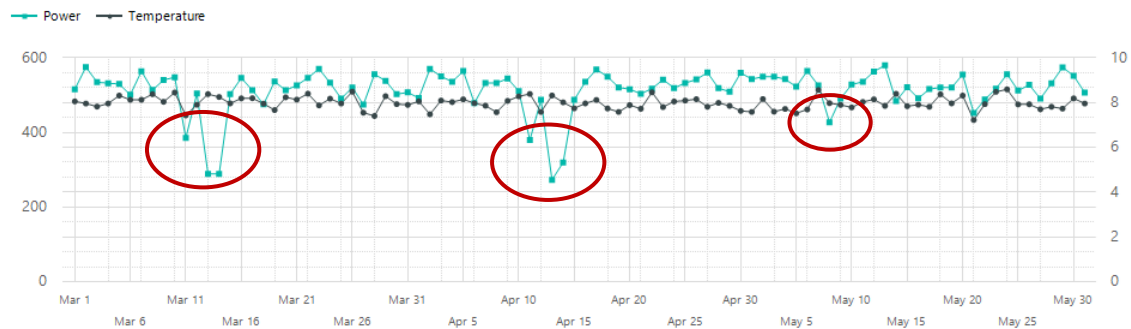


Figura 91. Caigudes sobtades de producció

Visualment, no es pot concloure una relació directa entre la temperatura i producció o entre l'alçada de les onades i la producció. No és el cas de la velocitat del vent, on s'aprecia una relació directament proporcional entre la seva velocitat i la producció d'energia.

Aquesta interpretació es confirma plenament en el diagrama de punts de la Figura 92, on les mostres de la productivitat se situen disperses dintre dels rangs de temperatura o alçada de les onades, però sí que es veu una clara relació entre la velocitat del vent i la productivitat, on les mostres formen una franja de pendent ascendent.

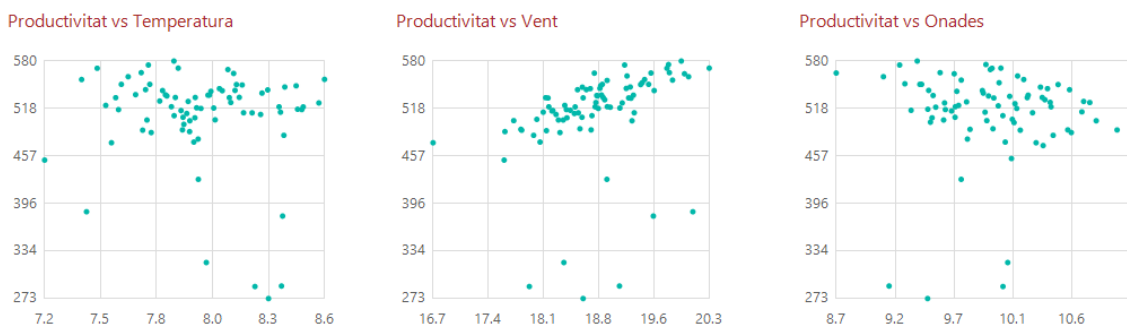


Figura 92. Counscot: diagrama de punts de la productivitat vs variables meteorològiques

No obstant això, hi ha una relació entre l'alçada de les onades i la producció, i entre la temperatura i la producció. Per una banda, l'alçada de les ones són la conseqüència més comuna de la velocitat del vent i, per tant, de manera indirecta estaria informant de la seva força. Per l'altra banda, la temperatura afecta indirectament a la producció en la forma de què a menys temperatura, l'aire és més dens i, per tant, incideix amb més pressió sobre les pales de l'aerogenerador.

Llavors, per què no s'aprecien d'una manera prou clara aquestes relacions a les gràfiques? La resposta és que la granularitat requerida per emmagatzemar les mesures ha fet perdre molta informació i els indicadors estadístics afegits per a esmorteir la pèrdua d'informació no han sigut efectius.

La granularitat ha fet que tots el canvis meteorològics que s'han pogut donar en un dia per a cada variable meteorològica mesurada es resumeixin en un únic esdeveniment simultani, emmagatzemat com les mitjanes de la temperatura, velocitat del vent i alçada de les onades. Així doncs, es perd, per exemple, la informació d'estones de vent amb diferents temperatures, etc.

Els indicadors estadístics afegits, mínim i màxim, els qual podien donar una orientació sobre la variabilitat de cada indicador meteorològic a nivell diari no han aportat informació ja que per a cada parc i per cada indicador, els valors mínim i màxim han resultat ser els mateixos per a cada dia. Els valors mínim i màxim deixen doncs de ser útils perquè no aporten cap informació. A més, el nombre de mostres de lectures (793) són potser poques per a concloure una relació quan aquesta ha estat difuminada per l'exposat anteriorment. Tot i això, en algun cas sí que sembla apreciar-se altre relació a més de la producció/vent.

Aquesta reflexió es extensible a la resta de parcs analitzats. Tot i això, les gràfiques mostraran més amb més claredat els valors en els que es mouen les variables meteorològiques i la seva producció.

7.2.2. GREENBLUE

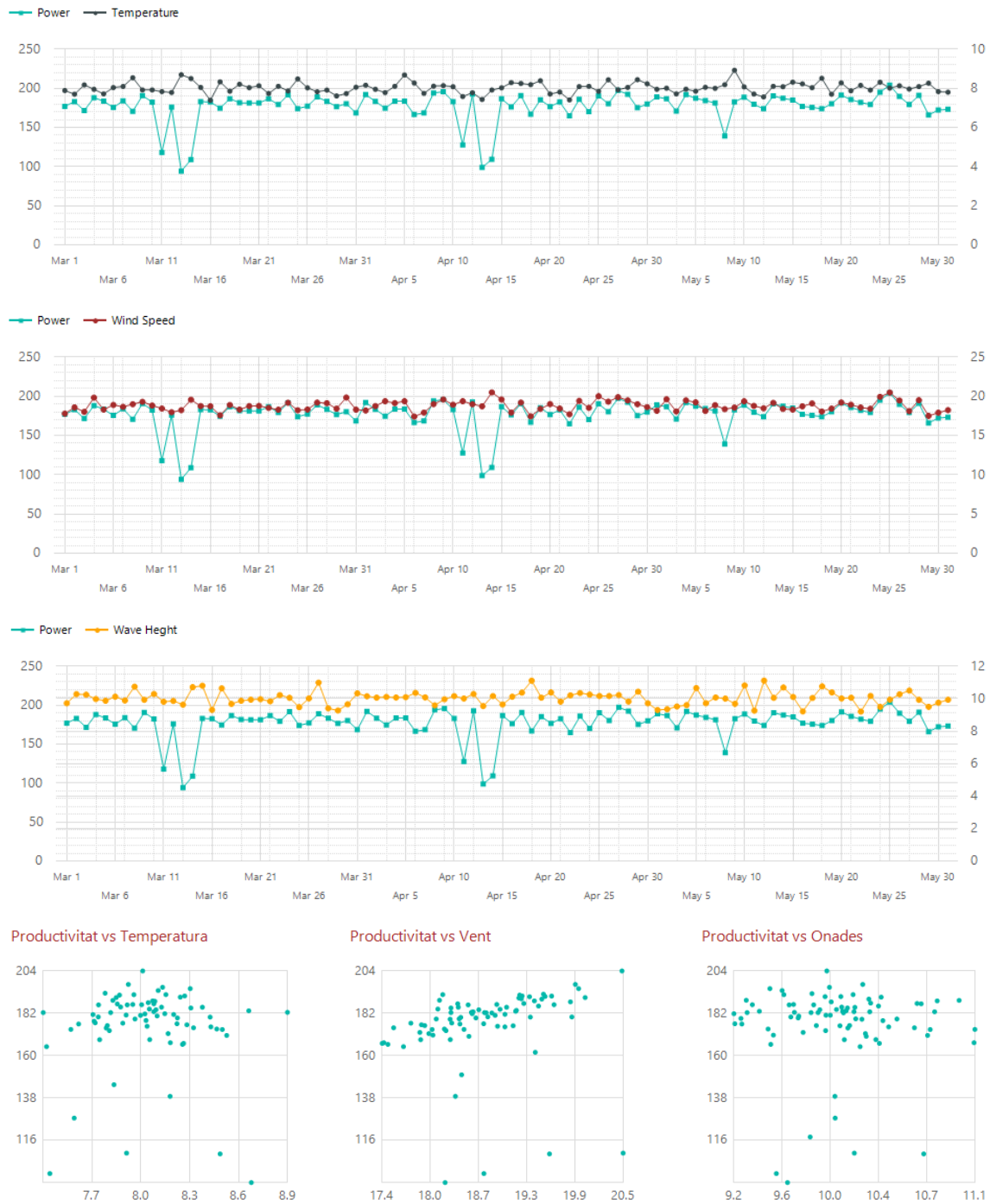


Figura 93. Greenblue: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

A l'igual que a Counscot, es molt evident la relació directa entre la velocitat del vent i la producció de l'aerogenerador. De les altres dues variables, podria els dies entre 7,8 i 8.3 graus de temperatura és quan hi ha major productivitat. Referent a l'alçada de les onades no es pot dir res.

7.2.3. GUARACHICO

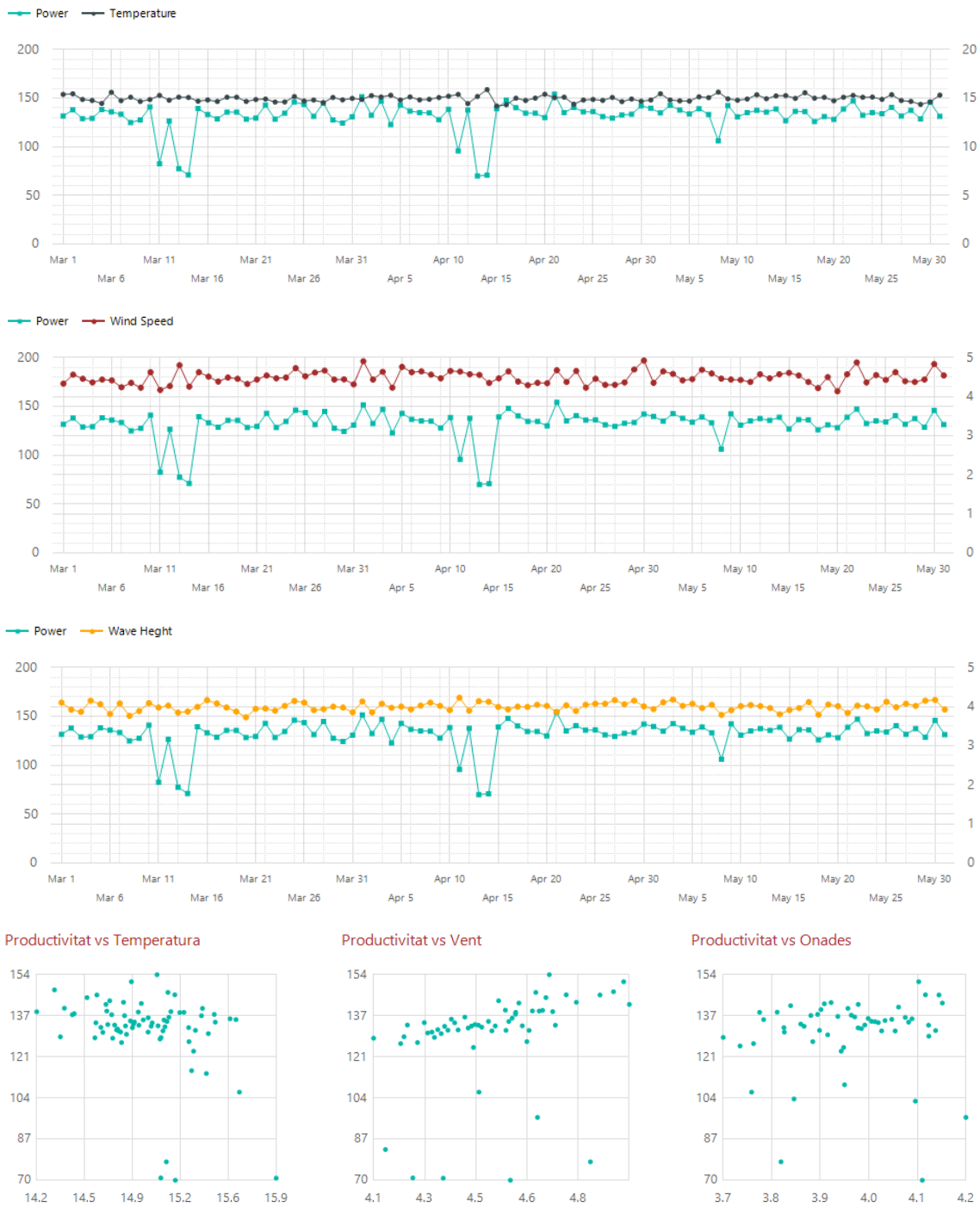


Figura 94. Guarachico: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

Aquí també s'aprecia la relació entre la velocitat del vent i la producció. A més, en aquest cas, un interval d'1 Km/H de velocitat correspon a una diferència d'uns 33 MW.H de producció. De les altres dues variables no es pot destacar res, tret de que la variació entre els valors mitjans és molt petita. Si, a més, la

seva velocitat del vent és escassa, és per això que és el segon parc amb menys rendiments de tots (9.1 %), només darrera de Rias Baixas, amb un discret 7.7 %.

7.2.4. KIRSKEN

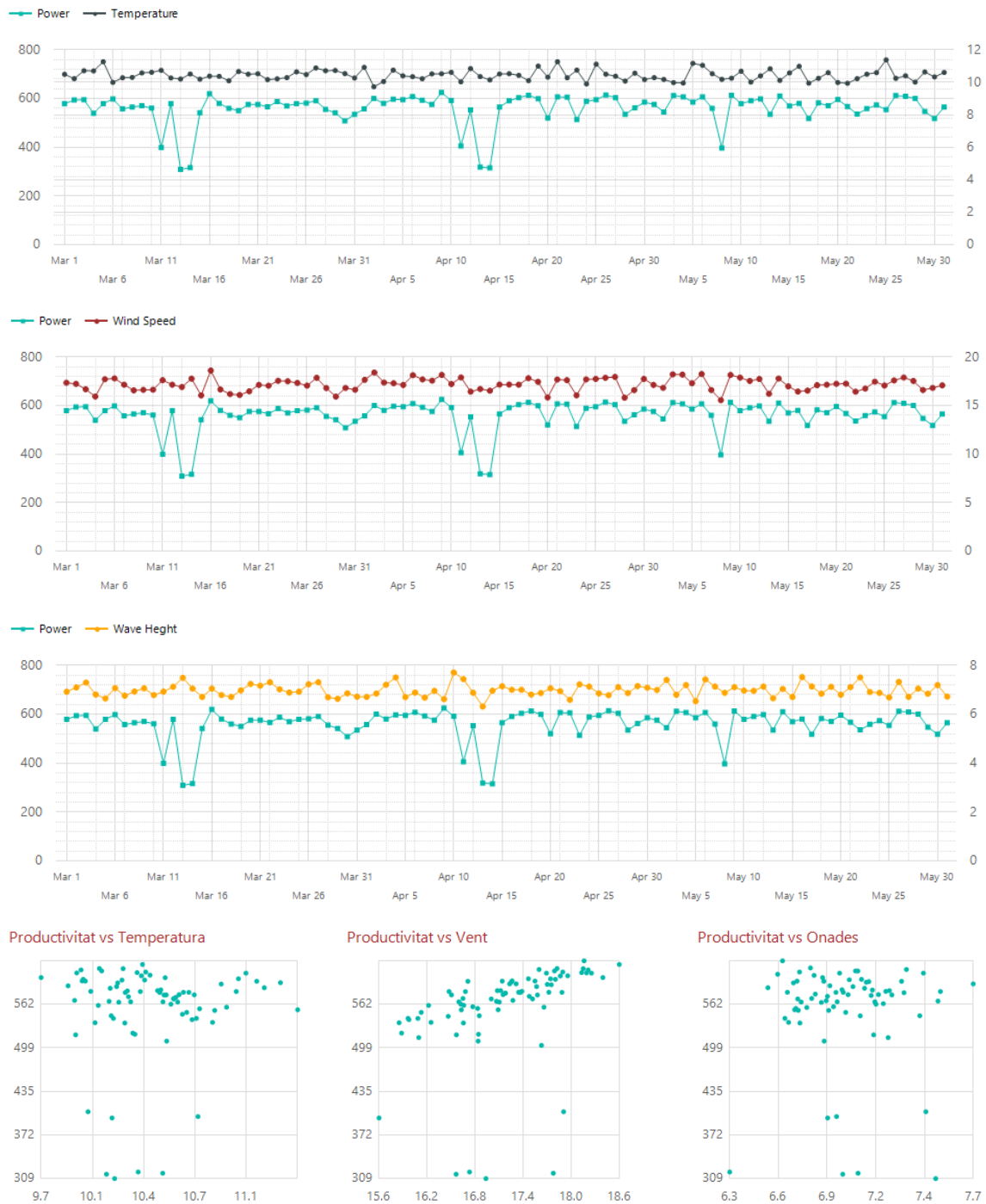


Figura 95. Kirsken: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

Com tots, la relació vent – productivitat és evident. A més, amb unes velocitats de vents similars a Greenblue, aconseguix quasi el doble de producció. Si es mira la gràfica de producció inicial, la raó és que kirsken té el doble de capacitat de producció.

7.2.5. NAMPER

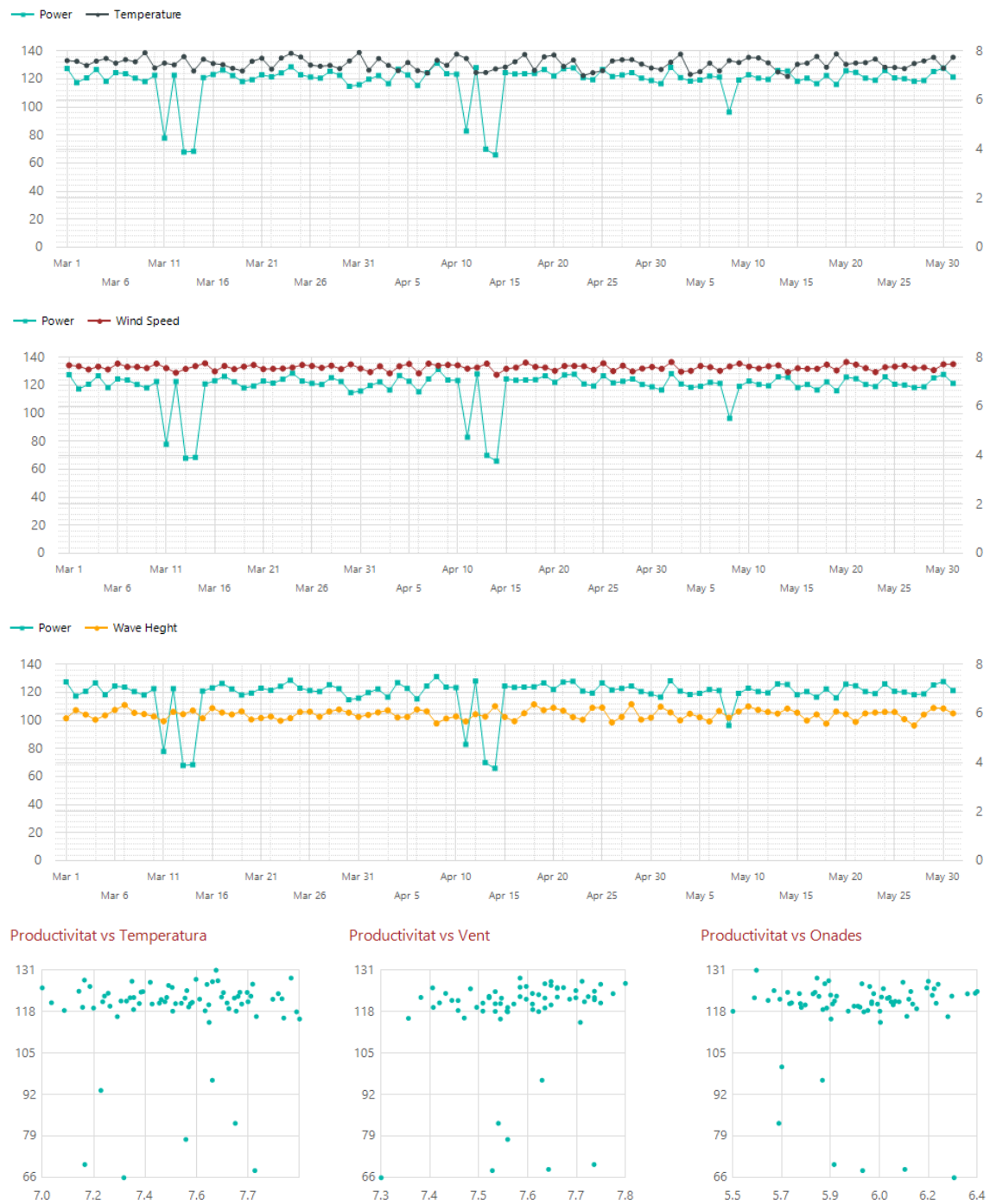


Figura 96. Namper: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

A Namper, la relació vent – productivitat també és evident. Aquí es veu més clara al gràfic lineal que a la gràfica de punts. La raó és que el vent és molt constant, entre els 7.3 i 7.8 Km/H.

7.2.6. NORTHENCAP

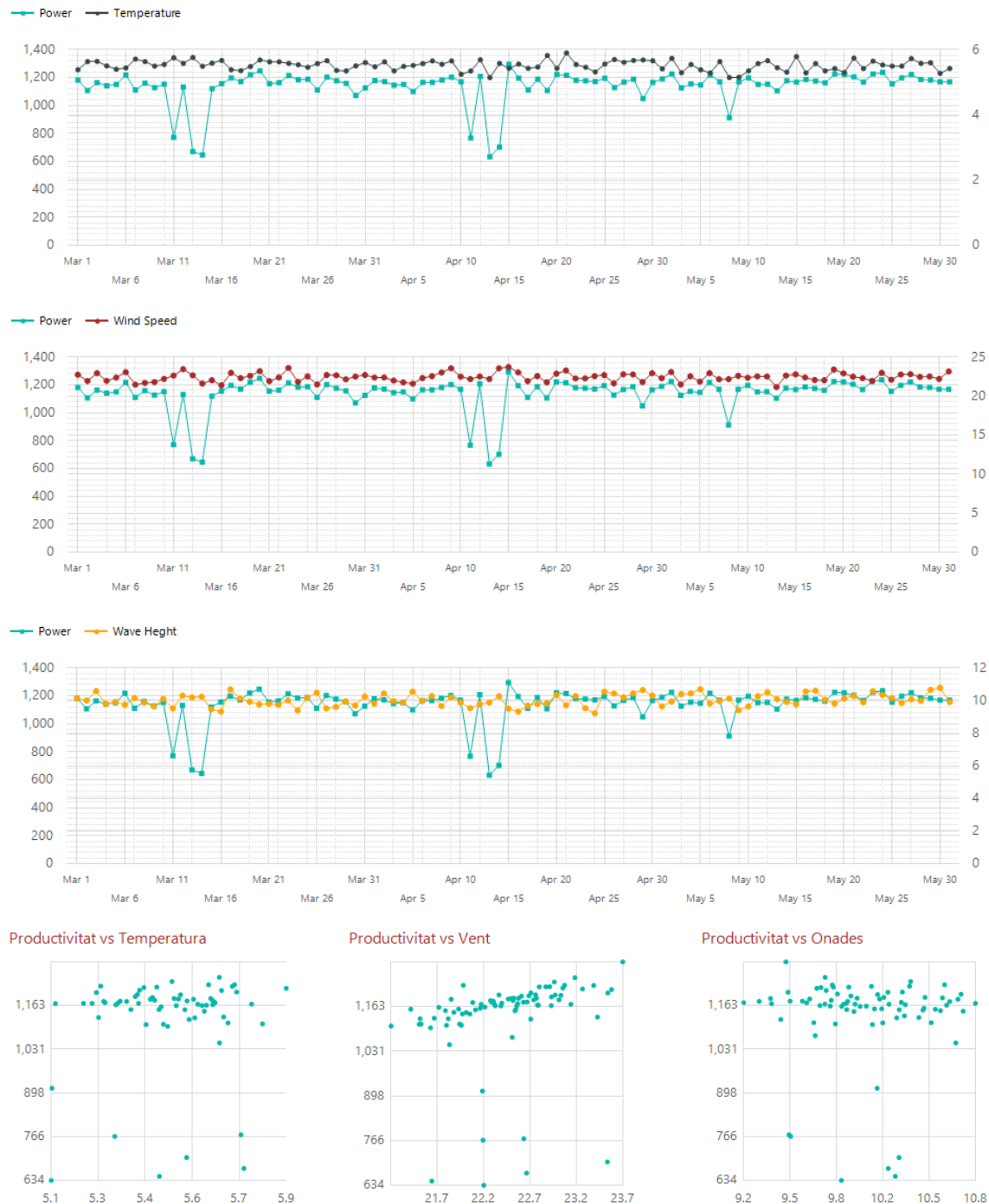


Figura 97. Northencap: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

Aquest és el segon parc amb major productivitat. La velocitat del vent es mou entre els 21 i 30 Km/H de mitjana durant el període analitzat. No s'aprecia relació entre la resta de variables meteorològiques i es mostren amb un interval molt reduït, que pot ser una de les raons.

7.2.7. POLVARS

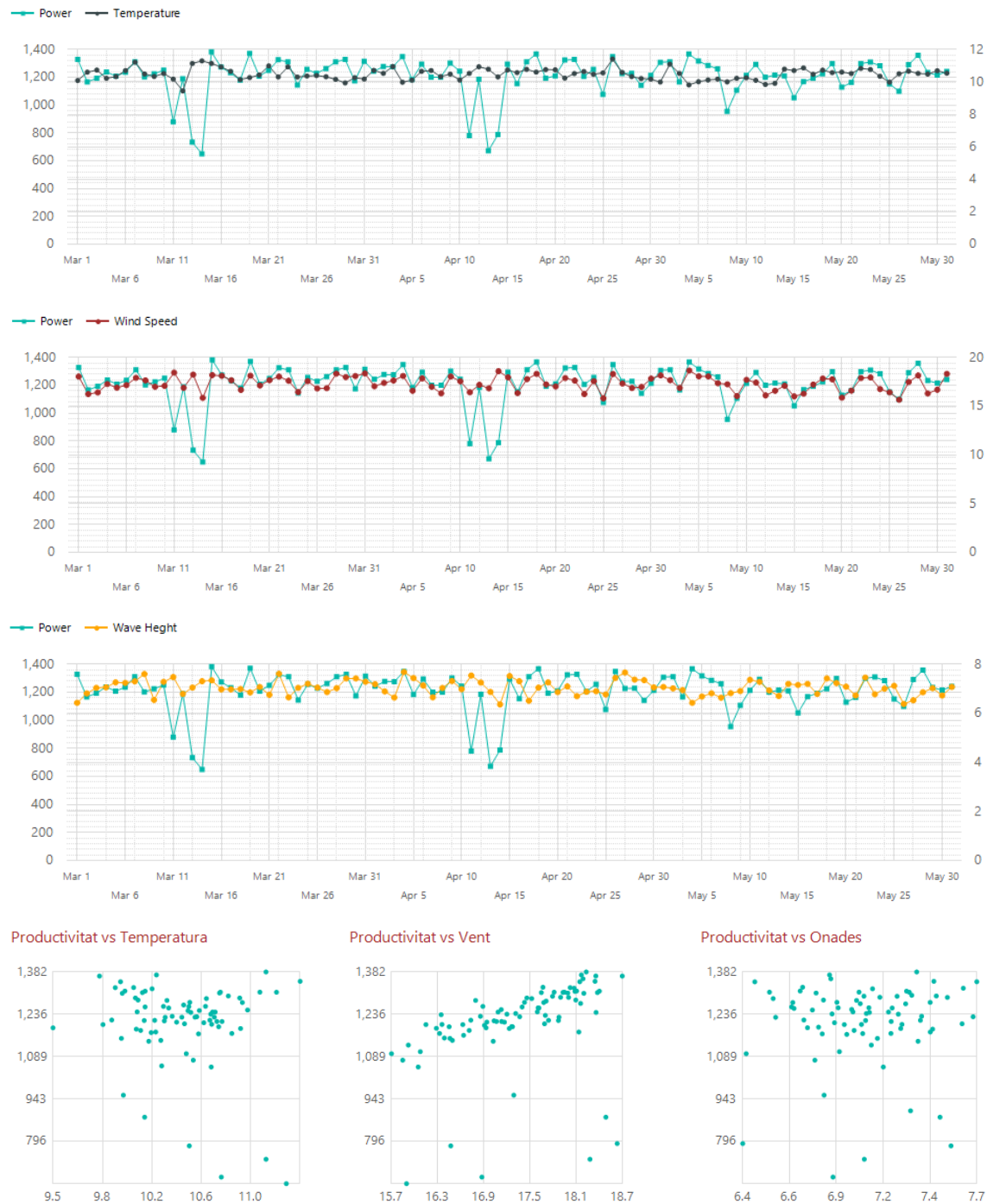


Figura 98. Polvars: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

Amb menys velocitat de vent que Northencap, és el més productiu, degut a la seva capacitat de producció. Aquesta capacitat es veu en el gràfic de punts com una major pendent a l'increment de la velocitat.

7.2.8. RIAS BAIXAS

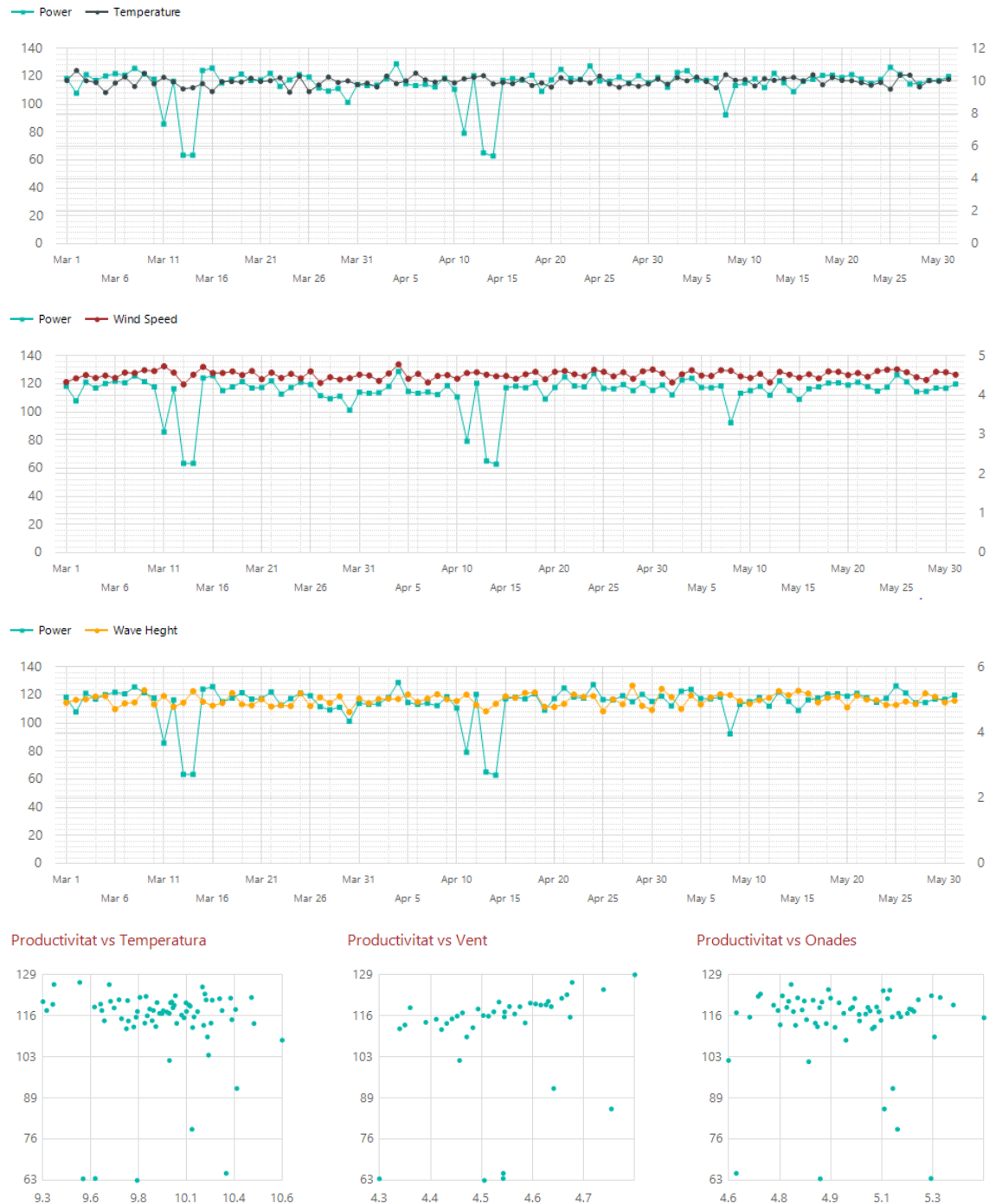


Figura 99. Rias Baixas: Gràfics de relació de la productivitat vs variables meteorològiques

Es el menys productiu de tots. Gairebé no hi ha vent (4.6 Km/H de mitjana). La resta de valors no donen relació amb la productivitat.

7.3. RELACIO VENT / POTENCIA (Q3)

De cara al càlcul de la relació vent potència s'ha de tenir en compte que els parcs disposen de diferent nombre d'aerogeneradors i, per tant, aquest relació ha de ser calculada amb proporcionalitat al seu nombre. Per a fer la relació, s'ha calculat el valor mitjà de la producció d'un generador dividit per la velocitat mitjana al parc. D'aquesta existeix coherència alhora de fer la mesura.

D'acord a les àrees arbitràriament definides a la Figura 11, la relació vent-potència mostra la següent gràfica:

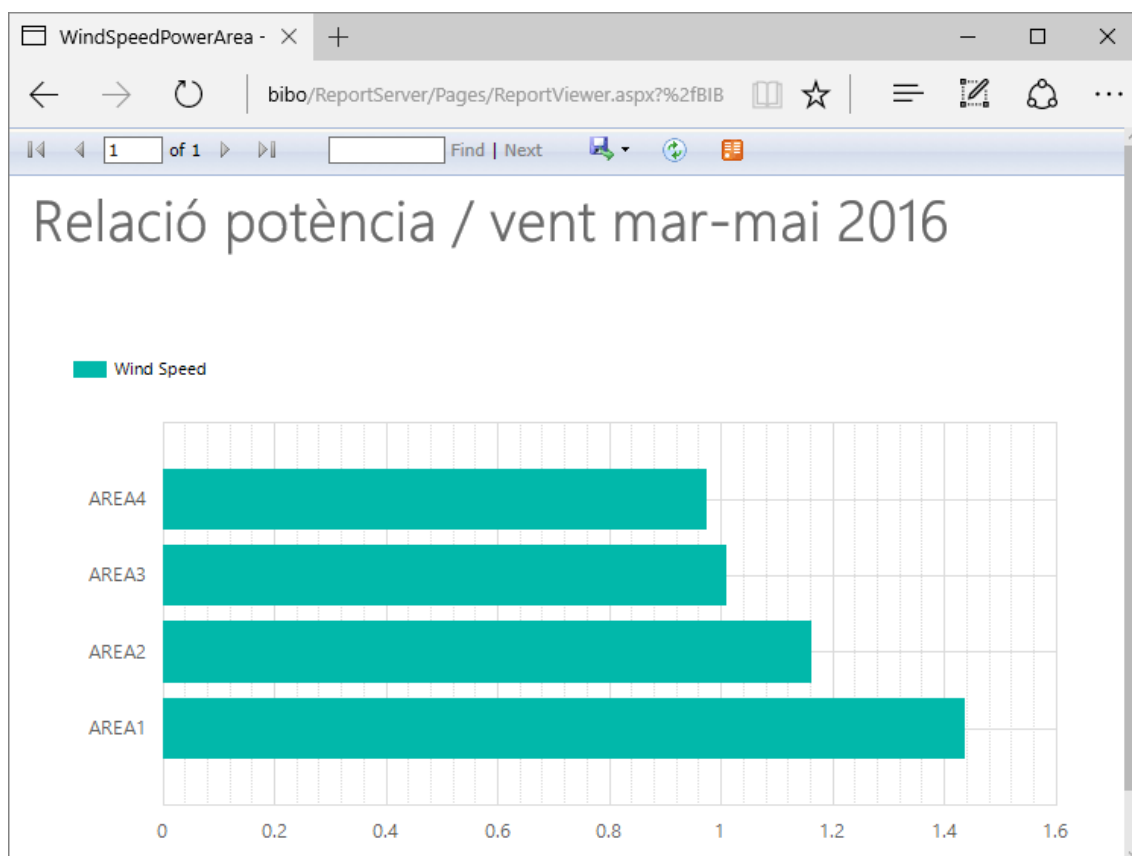


Figura 100. Resum de relació vent - potència

La gràfica mostra que la millor àrea és l'àrea 1, seguit de les àrees 2, 3 i 4 (coincidència numèrica amb l'ordre).

Si es fa clic a la barra de qualsevol d'aquestes àrees, es mostra un nou informe en el que es pot desglossar, tan per dies com per àrees, el detall:

Area	AREA1				AREA2				AREA3				AREA4							
Parc	COUNSCOT								GREENBLUE				NORTHENCAP				GUARACHICO			
Aerogeneradors	29		10		33		30													
	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana	Producció mitjana	Velocitat mitjana				
10	1 / Mar	678.4	14.4	515.2	18.2	177.1	17.8	1,182.8	22.8	118.4	4.3	131.8	4.3							
	2 / Mar	626.5	13.7	575.2	19.8	183.0	18.6	1,107.7	21.9	107.9	4.4	138.0	4.6							
	3 / Mar	636.3	13.5	534.7	18.8	171.7	18.0	1,164.2	22.9	121.2	4.5	128.9	4.5							
	4 / Mar	635.0	13.6	532.0	18.2	188.2	19.8	1,141.2	22.0	117.1	4.4	129.3	4.4							
	5 / Mar	635.6	14.0	529.7	18.9	183.6	18.3	1,150.9	22.4	120.3	4.5	138.3	4.4							
	6 / Mar	653.0	14.2	500.8	18.2	175.5	18.9	1,217.6	23.1	122.0	4.4	135.9	4.4							
11		575.7	14.0	477.9	18.9	159.4	18.6	1,017.8	22.3	107.4	4.6	116.3	4.4							
12		611.5	14.0	482.1	18.4	171.3	18.6	1,108.2	22.3	112.2	4.6	124.6	4.4							

Figura 101. Detall de relació vent – potència

En el detall es pot comprovar que la suma dels rendiments mostrats a l'apartat 7.1. dels parcs inclosos a l'àrea 1 són els majors, seguits dels de l'àrea 2.

7.4. ANALISI D'ALARMES (Q4)

	GEARBOX				GENERATOR				OTHER				ROTOR			
	Alarmes (Mitjana)	Temp. (Rang)	Onades (Rang)	Vent (Rang)	Alarmes (Mitjana)	Temp. (Rang)	Onades (Rang)	Vent (Rang)	Alarmes (Mitjana)	Temp. (Rang)	Onades (Rang)	Vent (Rang)	Alarmes (Mitjana)	Temp. (Rang)	Onades (Rang)	Vent (Rang)
COUNSCOT	139.0	10	16	22.5	38.4	10	16	22.5	0.0	10	16	22.5	0.5	10	16	22.5
GREENBLUE	140.2	10	16	22.5	27.4	10	16	22.5	0.1	10	16	22.5	0.1	10	16	22.5
GUARACHICO	143.7	10	4	6	20.3	10	4	6	0.0	10	4	6	0.5	10	4	6
KIRSKEN	81.9	15	10	25.5	29.7	15	10	25.5	0.0	15	10	25.5	0.0	15	10	25.5
NAMPER	57.4	9	8	3.8	1.0	9	8	3.8	0.0	9	8	3.8	0.0	9	8	3.8
NORTHENCAP	143.4	5	16	21	35.7	5	16	21	0.0	5	16	21	0.3	5	16	21
POLVARS	104.6	15	10	25.5	48.8	15	10	25.5	0.0	15	10	25.5	9.2	15	10	25.5
RIAS_BAIXAS	109.3	10	6	3	9.9	10	6	3	0.0	10	6	3	0.0	10	6	3

	GEARBOX				GENERATOR				OTHER				ROTOR			
	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)
COUNSCOT	139.0	8.0	10.0	18.8	38.4	8.0	10.0	18.8	0.0	8.0	10.0	18.8	0.5	8.0	10.0	18.8
GREENBLUE	140.2	8.0	10.0	18.8	27.4	8.0	10.0	18.8	0.1	8.0	10.0	18.8	0.1	8.0	10.0	18.8
GUARACHICO	143.7	15.0	4.0	4.5	20.3	15.0	4.0	4.5	0.0	15.0	4.0	4.5	0.5	15.0	4.0	4.5
KIRSKEN	81.9	10.4	7.0	17.2	29.7	10.4	7.0	17.2	0.0	10.4	7.0	17.2	0.0	10.4	7.0	17.2
NAMPER	57.4	7.5	6.0	7.6	1.0	7.5	6.0	7.6	0.0	7.5	6.0	7.6	0.0	7.5	6.0	7.6
NORTHENCAP	143.4	5.5	10.0	22.4	35.7	5.5	10.0	22.4	0.0	5.5	10.0	22.4	0.3	5.5	10.0	22.4
POLVARS	104.6	10.5	7.0	17.3	48.8	10.5	7.0	17.3	0.0	10.5	7.0	17.3	9.2	10.5	7.0	17.3
RIAS_BAIXAS	109.3	10.0	5.0	4.5	9.9	10.0	5.0	4.5	0.0	10.0	5.0	4.5	0.0	10.0	5.0	4.5

Figura 102. Relació d'alarmes per component a cada parc

La figura anterior mostra, per a cada parc i cada element del que es llegeixen les alarmes, el nombre mitjà d'alarmes diàries, juntament amb les variables meteorològiques mitjanes i extensió mitjana diàries de temperatura, alçada d'onades i velocitat del vent.

De la figura es desprèn que gairebé no hi alarmes de rotor (excepte a Polvars amb 9.2 sobre 104) ni d'"Others". Casi totes les alarmes es concentren en el Gearbox i generador amb diferents proporcions segons el parc:

Taula 21. Relació entre alarmes de components a cada parc

Parc	% Alarmes Gearbox	% Alarmes Generator
COUNSCOT	78.0	21.6
GREENBLUE	83.6	16.3
GUARACHICO	87.3	12.3
KIRSKEN	73.3	26.6
NAMPER	98.3	1.7
NORTHENCAP	79.9	19.9
POLVARS	64.3	30.0
RIAS BAIXAS	91.7	8.3

Les alarmes de Generator estan relacionades, com es mostra en la figura, amb la velocitat del vent. A més velocitat del vent, major nombre d'alarmes de Generator i viceversa.

La figura següent mostra la mitjana d'alarmes per unitat d'aerogenerador:

	GEARBOX				GENERATOR				OTHER				ROTOR			
	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)	Alarmes (mitjana)	Temp. (mitjana)	Onades (mitjana)	Vent (mitjana)
COUNSCOT	4.79	8.0	10.0	18.8	1.32	8.0	10.0	18.8	0.00	8.0	10.0	18.8	0.02	8.0	10.0	18.8
GREENBLUE	14.02	8.0	10.0	18.8	2.74	8.0	10.0	18.8	0.01	8.0	10.0	18.8	0.01	8.0	10.0	18.8
GUARACHICO	4.79	15.0	4.0	4.5	0.68	15.0	4.0	4.5	0.00	15.0	4.0	4.5	0.02	15.0	4.0	4.5
KIRSKEN	3.28	10.4	7.0	17.2	1.19	10.4	7.0	17.2	0.00	10.4	7.0	17.2	0.00	10.4	7.0	17.2
NAMPER	3.83	7.5	6.0	7.6	0.07	7.5	6.0	7.6	0.00	7.5	6.0	7.6	0.00	7.5	6.0	7.6
NORTHENCAP	4.35	5.5	10.0	22.4	1.08	5.5	10.0	22.4	0.00	5.5	10.0	22.4	0.01	5.5	10.0	22.4
POLVARS	2.61	10.5	7.0	17.3	1.22	10.5	7.0	17.3	0.00	10.5	7.0	17.3	0.23	10.5	7.0	17.3
RIAS_BAIXAS	4.37	10.0	5.0	4.5	0.39	10.0	5.0	4.5	0.00	10.0	5.0	4.5	0.00	10.0	5.0	4.5

Figura 103. Relació d'alarmes per component a cada parc per unitat d'aerogenerador

A nivell de Gearbox, les alarmes semblen estar relacionades a les baixes temperatures. Tot i això, Greenblue té un nombre inusual d'alarmes de Gearbox en comparació als aerogeneradors dels altres parcs. Inclús el parc de Councot te les mateixes mitjanes de temperatura, velocitat de vent i alçada d'onades que Greenblue, però amb una tercera part de les alarmes d'aquest.

Podria ser un problema associat al model ASLTO3.0 encara que els parcs amb model ASLTON2.5 no destaquen pel nombre elevat d'alarmes. L'opció més probable seria d'una àrea on hi ha variacions molt importants de temperatura, o bé temperatures extremes, i que no han quedat enregistrades.

Una situació semblant succeeix amb Polvars. El seu nombre d'alarmes de rotor sembla no respondre a cap patró. De fet, Polvars fa servir la mateixa marca i model d'aerogenerador que Kirsken i comparteix amb aquest les mateixes mitjanes de variables meteorològiques.

7.5. EMPRESES DE MANTENIMENT I DISPONIBILITAT (Q5)

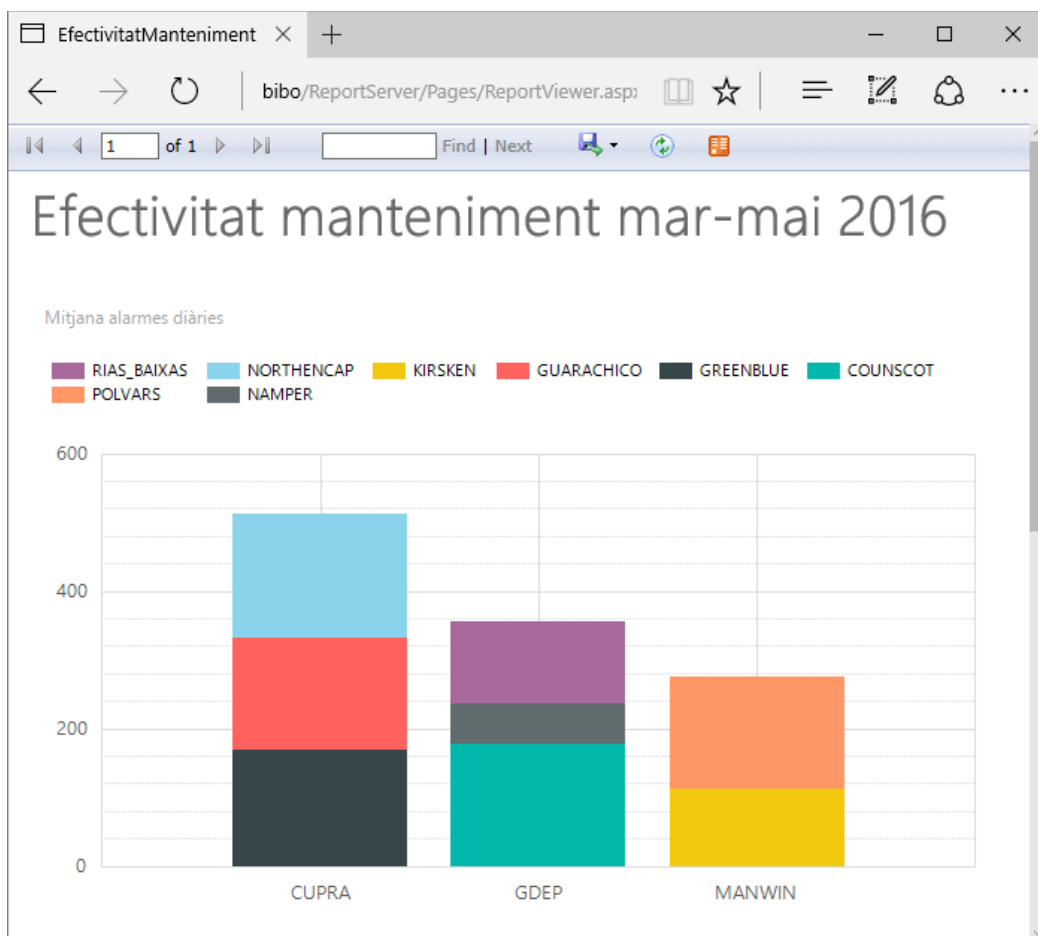


Figura 104. Gràfic d'alarmes per parcs per empreses de manteniment

		Mostrar detall d'alarmes						
Mantenedor	Parc	Alarmes	Disponibilitat %	Temps de Reparació				
<input checked="" type="checkbox"/>	CUPRA	511.8	97.5	137,078.9				
<input checked="" type="checkbox"/>	GDEP	355.8	99.3	104,682.2				
<input checked="" type="checkbox"/>	MANWIN	274.4	98.7	90,094.3				
		Mostrar detall d'alarmes						
Mantenedor	Parc	Alarmes	Disponibilitat %	Temps de Reparació	GEARBOX	GENERATOR	OTHER	ROTOR
<input checked="" type="checkbox"/>	CUPRA	511.8	97.5	137,078.9	427.3	83.4	0.2	0.9
<input checked="" type="checkbox"/>	GDEP	355.8	99.3	104,682.2	305.7	49.3	0.1	0.6
	COUNSCOT	178.0	98.9	53,123.1	139.0	38.4	0.0	0.5
	NAMPER	58.6	99.6	18,292.5	57.4	1.0	0.0	0.0
	RIAS_BAIXAS	119.2	99.4	33,266.6	109.3	9.9	0.0	0.0
<input checked="" type="checkbox"/>	MANWIN	274.4	98.7	90,094.3	186.5	78.5	0.1	9.3

Figura 105. Detall de l'eficiència de les empreses de manteniment

Les dades de les figures mostren a GDEP com la empresa mantenedora que millors resultats aconsegueix. En relació a CUPRA, per altra banda, el seu 97.5% sembla ser un percentatge que caldria millorar en el futur. No obstant, aquests resultats s'han de relacionar amb les característiques dels parcs que mantenen.

Si be GDEP, CUPRA i MANWIN mantenen un nombre aproximat d'aerogeneradors (69, 73 i 65), són responsables del manteniment de parcs amb producció ben diferent: aproximadament 69.000 MW·H per a GDEP, 132.000 per a CUPRA i 163.000 per a MANWIN.

Vist això, MANWIN, amb el seu 98.7 % de disponibilitat mitjana dels parcs que manté sembla un mantenedor que realitza millor tasques de prevenció per a reduir el nombre d'alarmes que CUPRA, mentre que GDEP manté uns aerogeneradors que tenen poca productivitat.

7.6. METEOROLOGIA I ALARMES (Q6)

Tal com s'ha comentat a l'apartat 7.2. , la granularitat, estadístics i nombre de registres emmagatzemats en el repositori, no són prou suficients per a concloure amb seguretat possibles relacions entre variables meteorològiques i la productivitat o, en aquest cas, alarmes.

Tot i això, de les gràfiques que es mostren a continuació per a la temperatura, vent i alça d'onades, es pot intuir possibles relacions causa efecte.

7.6.1. TEMPERATURA

Es presenten les gràfiques de relació de temperatura – alarmes per a cada parc:

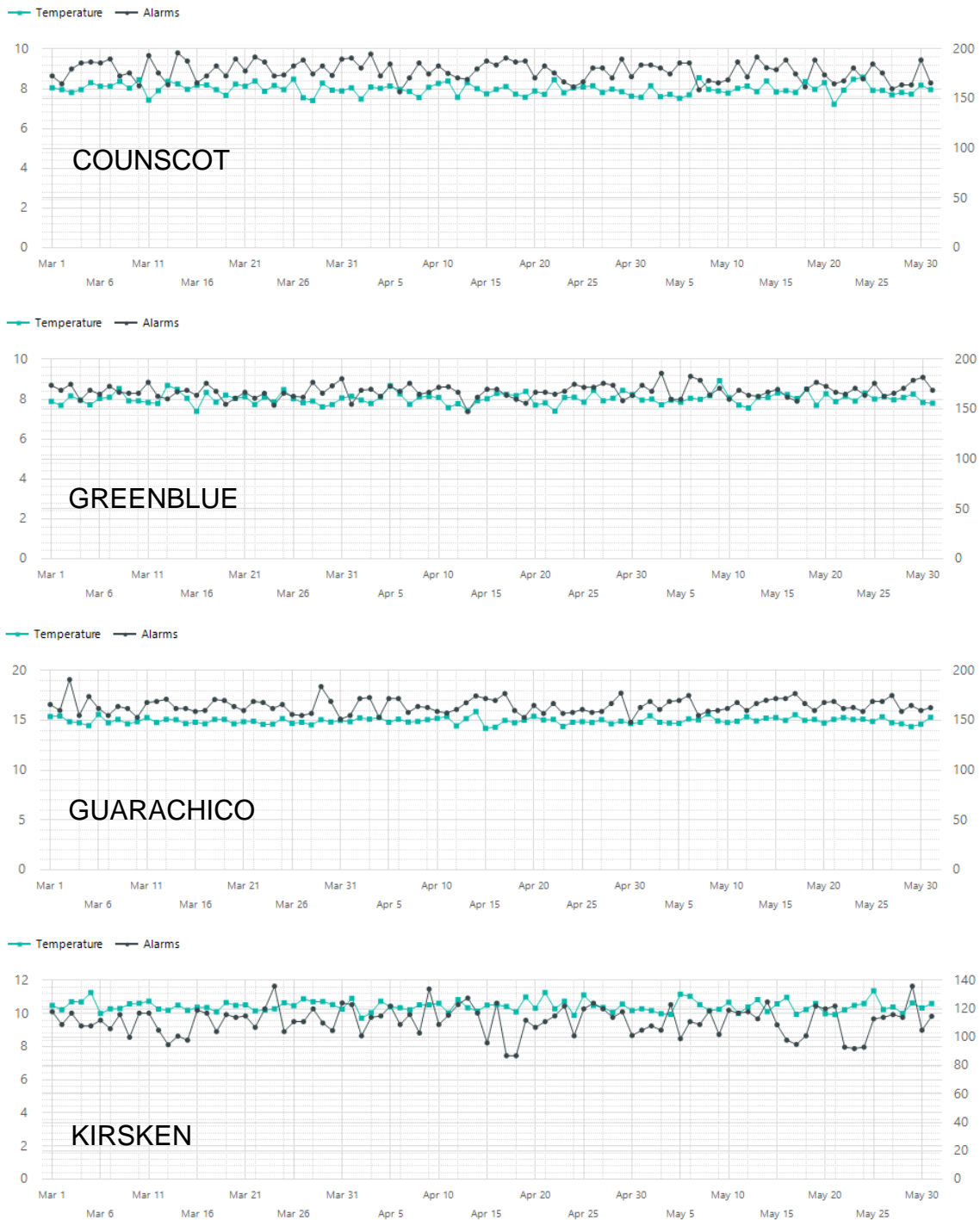


Figura 106. Temperatura i alarmes (I)

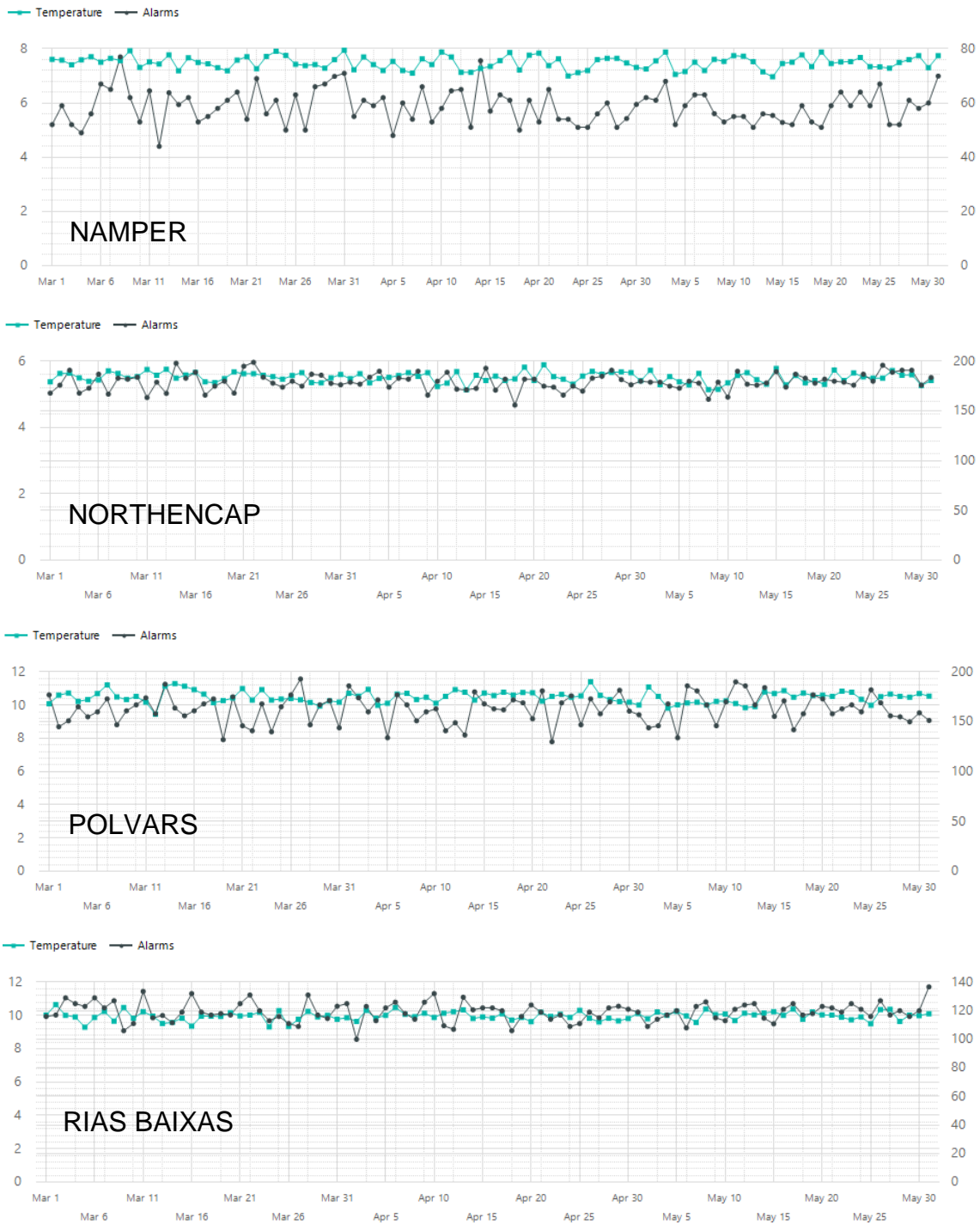


Figura 107. Temperatura i alarmes (II)

En els parcs de COUNSCOT, KIRSKEN, NORTHENCAP i RIAS BAIXAS sembla haver una relació inversa en el nombre d'alarmes en relació a la temperatura. A la resta de parcs no s'identifica cap patró destacat.

7.6.2. VELOCITAT DEL VENT

Es presenten les gràfiques de relació de velocitat del vent – alarmes per a cada parc:

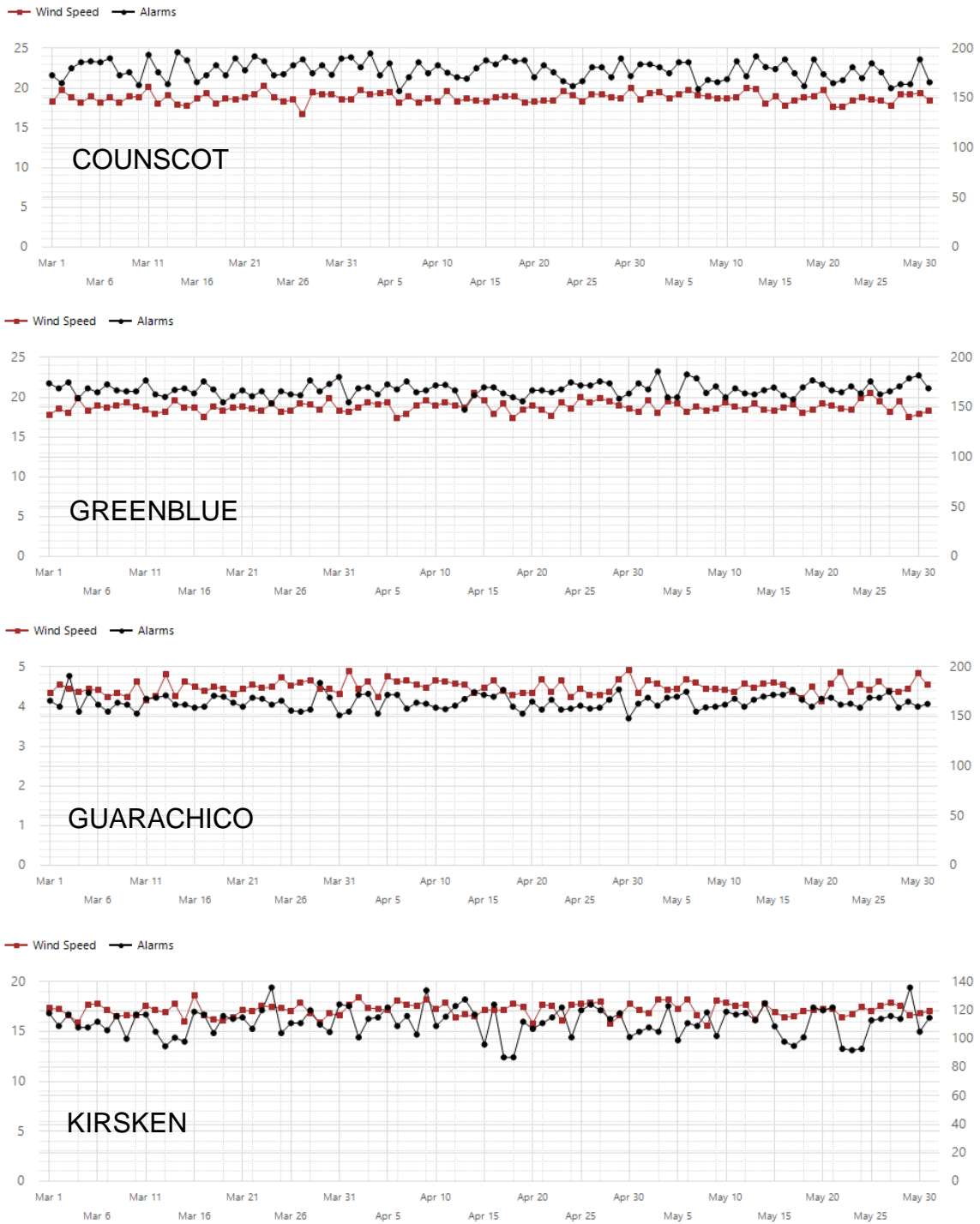


Figura 108. Velocitat del vent i alarmes (II)

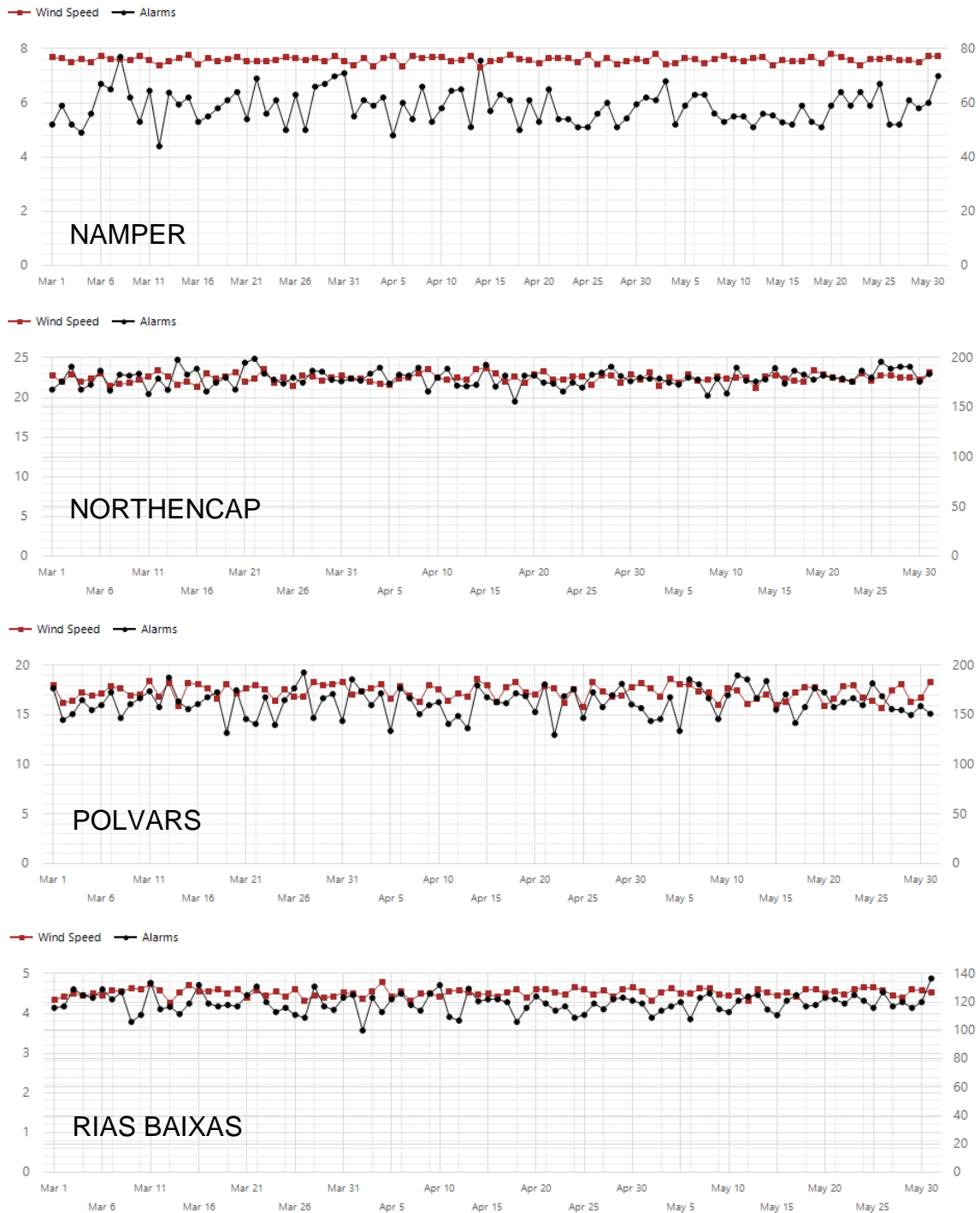


Figura 109. Velocitat del vent i alarmes (II)

En tots els parcs, a excepció de NAMPER (per la poca velocitat del vent) sembla haver una relació directa entre la velocitat i el nombre d'alarmes.

7.6.3. ALÇADA DE LES ONADES

Es presenten les gràfiques de relació d'alçada onades – alarmes per a cada parc:

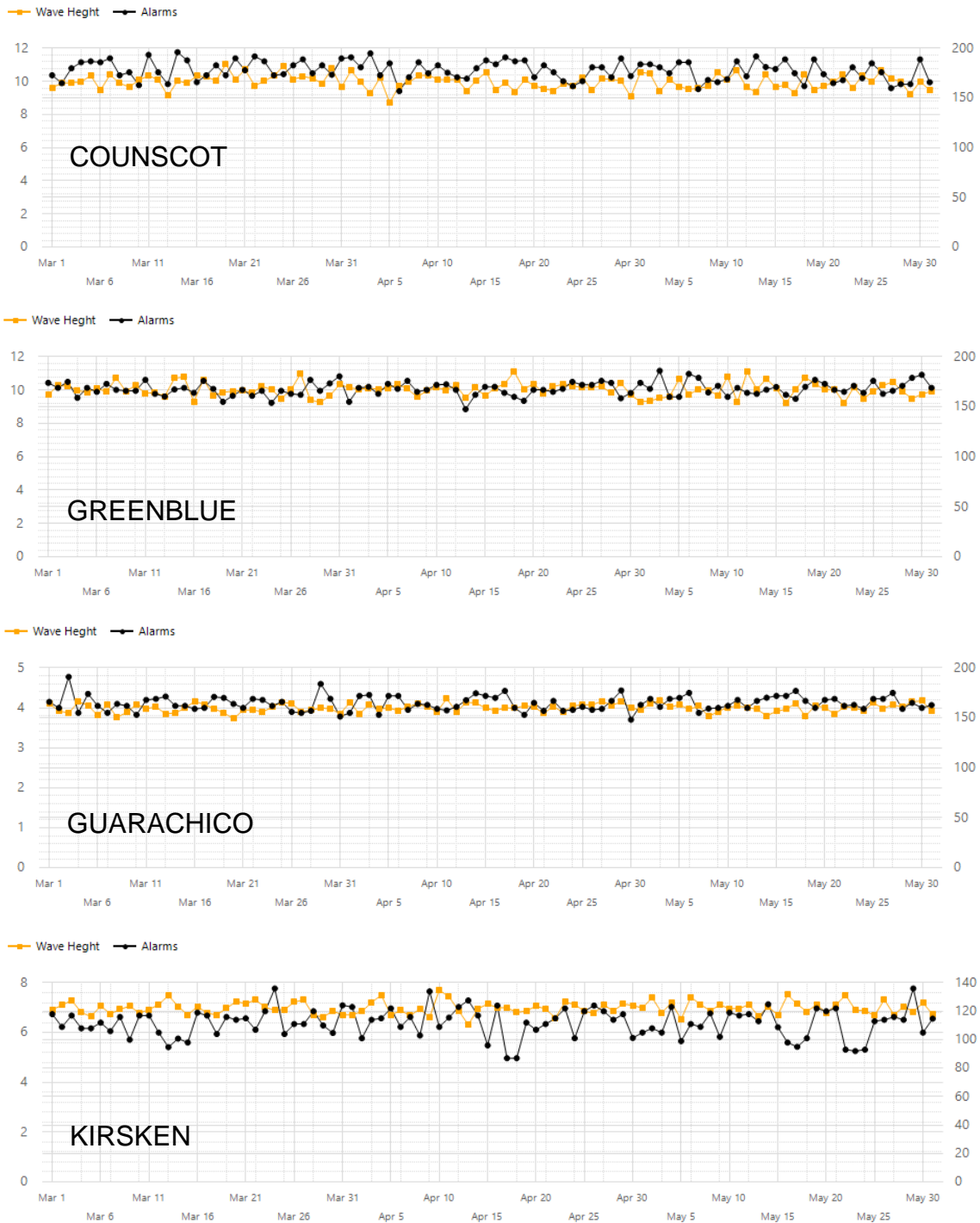


Figura 110. Alçada de les onades i alarmes (I)

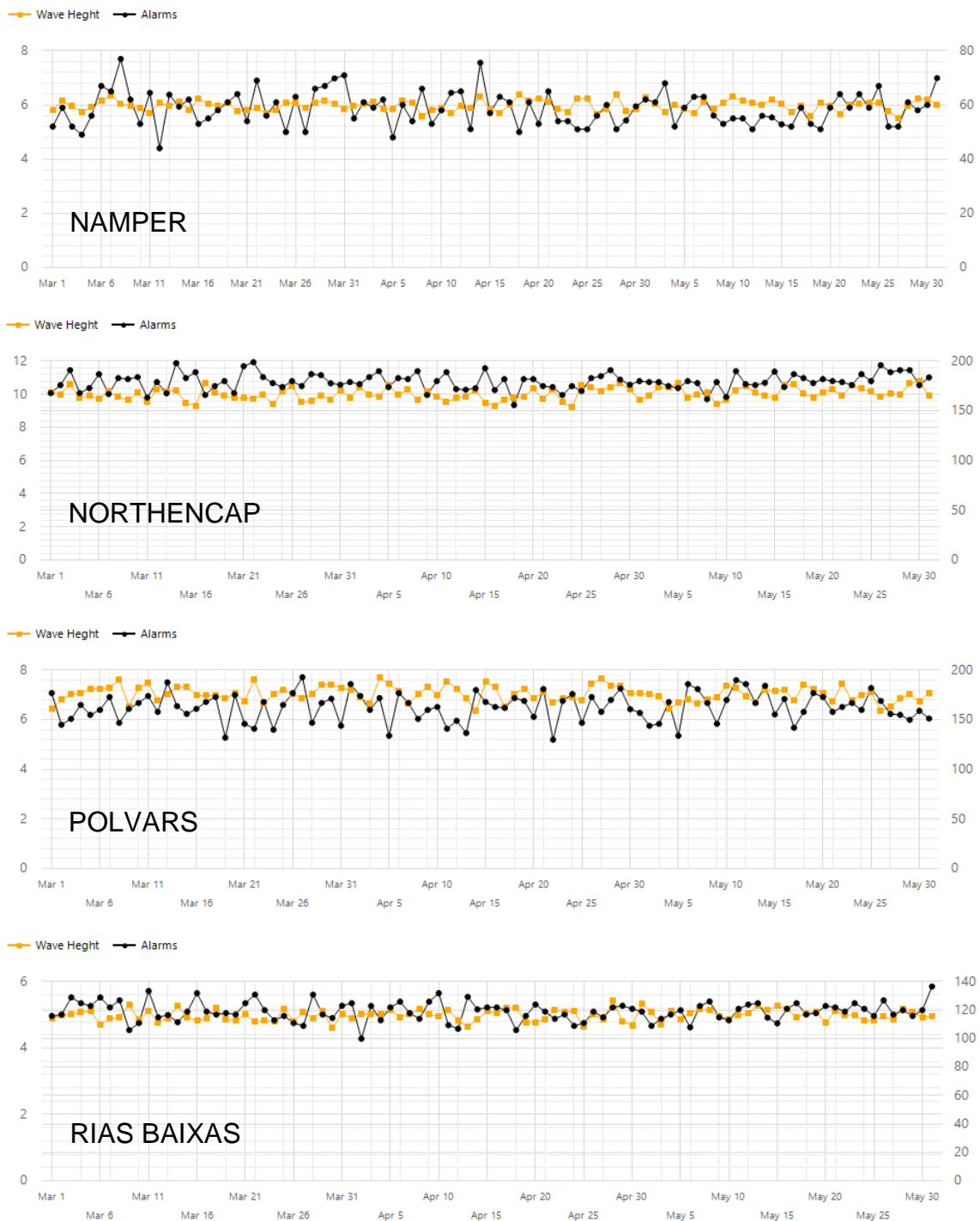


Figura 111. Alçada de les onades i alarmes (II)

A l'igual que amb la velocitat del vent, amb tots els parcs excepte NAMPER es pot apreciar una lleugera relació entre l'alçada de les onades i les alarmes: les alarmes augmenten amb l'augment de l'alçada de les ones i viceversa.

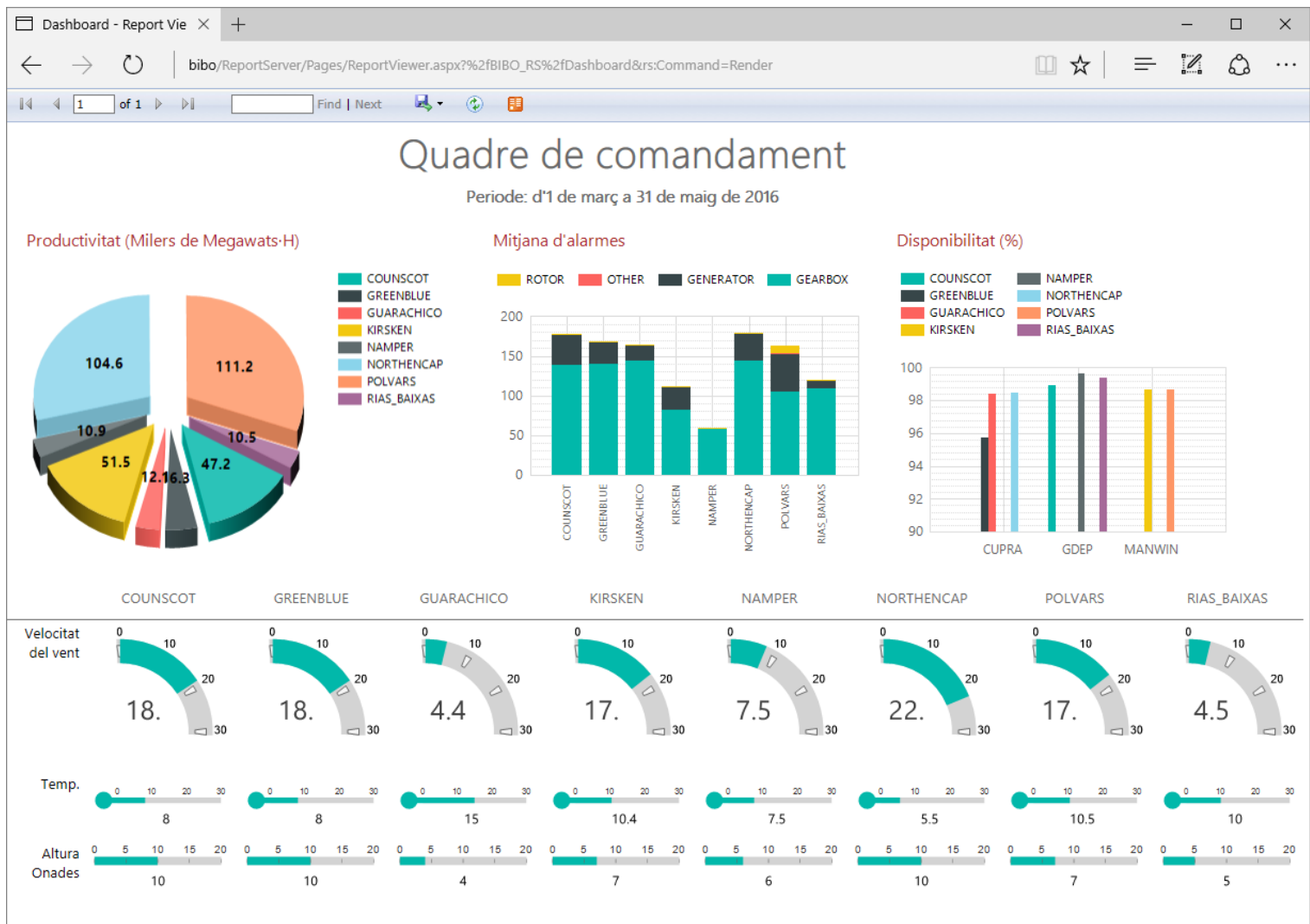


Figura 112. Quadre de comandament

8. CONCLUSIONS

La intel·ligència de negoci és un factor estratègic per a una empresa u organització. El sistema BI implementat en aquest Treball Fi de Màster ha sigut capaç d'organitzar dades, estructures i visualitzacions que han permès donar resposta a una llista determinada de preguntes plantejades com objectius, però que està preparat per a ser la resposta a infinites noves preguntes que, sobre l'àmbit d'estudi dels parcs eòlics monitoritzats, pugin sortir.

S'ha seguit el guio de la planificació sense modificacions sobre el plantejat en el temari, tot i que la duració de les tasques englobades en el capítol d'anàlisi s'ha allargat una setmana més del previst. Tot això, amb un esforç addicional i un petit coixí de temps amb el que es contava per imprevistos ha permès acabar el Treball sense problemes.

Un dels reptes més importants d'aquest Treball ha sigut adquirir la formació teòrica de l'arquitectura dels sistema BI per una banda i la formació pràctica per a poder implementar el sistema a partir d'unes eines que no havia fet servir amb anterioritat. Amb això, mirant cap enrere, el nivell de coneixements adquirits han sigut prou elevats.

L'elecció de la plataforma escollida per a la implantació ha sigut encertada. No només he adquirit un bon nivell de desenvolupament amb SSIS, SSAS i SSRS sinó que a més, aquesta elecció aporta un valor diferencial al Treball: altres Treballs trobats a la xarxa d'aquesta o altres universitats estaven basat en plataformes open source.

El problema proposat ha sigut molt enriquidor. Estava suficientment ben plantejat per a què en cada una de les fases associades a la implementació del sistema BI, hi haguessin reptes no obvis que requerien el seu temps d'anàlisi, per a posteriorment, pensar com es podia implementar en la plataforma escollida. Per exemple, els processos ETL requerien llegir dades de fonts diferents, fer *lookups*, pivotar dades, calcular agregats, mantenir coherència en les unitats de mesura, etc. També, treballar amb més d'una taula de fets requereix certa atenció a l'hora de construir les consultes.

Amb els informes, s'ha confirmat el dubte que em plantejava al començament: Estaria el sistema prou alimentat amb una granularitat diària per a contestar

preguntes que depenen de factors, la relació causa efecte dels quals poden ser en períodes de minuts?

Crec que una granularitat diària és massa llarga per a analitzar l'efecte de la meteorologia als parcs eòlics marítims. Les mesures estadístiques calculades afegides per a no perdre informació de la variabilitat dels indicadors, han resultat donar els mateixos valors per a cada parc i, per tant, els feia poc útils. Si això, s'afegeix que el sistema BI té només 736 lectures, hi havia poc marge per a buscar patrons poc definits.

També, a resultats dels anàlisis, ha sortit que hi havia dies que faltaven lectures, en alguns casos per períodes d'hores. Hauria estat bé haver detectat això amb antelació per a aplicar una mesura correctora com, per exemple, afegir les mitjanes de les mesures en aquests períodes. No obstant, seria un tema a analitzar i aplicar la millor solució en funció de les possibles alternatives i la finalitat del sistema.

Encara, la manca de certes lectures i l'aplanament de les mesures degut a la granularitat no ha sigut impediment per a contestar totes les preguntes plantejades a l'inici com a part dels objectius del Treball. Això sí, algunes d'elles haurien estat millor analitzades amb una millor granularitat.

A banda dels aspectes tècnics, una reflexió important sobre l'ús de les eines BI és que la interpretació de les dades comença per la verificació de què aquestes donen dades coherents al que s'està analitzant. La consultes a cubs deuen ser ben implementades per a no obtenir resultats incorrectes deguts a duplicitats, agregats mal aplicats, etc.

És per això, que mentre SSRS dona a l'usuari una interfície que prèviament ha estat desenvolupada per una persona amb coneixements tècnics, solucions com PowerBI, permeten l'usuari encarregar-se de totes les etapes de la construcció de les visualitzacions i, per tant, corren el risc d'elaborar consultes que portin a informació equivocada.

Finalment, pot ser interessant, aplicar tècniques de mineria de dades al cub. De fet, SSAS, incorpora aquesta funcionalitat però què, a la planificació temporal no es podia afegir per manca de temps. També, a les dades podrien aplicar-se tècniques més relacionades amb l'àmbit de la intel·ligència artificial, en què, per exemple es pugui analitzar matemàticament la relació entre variables meteorològiques mesurades i variables referents als aerogeneradors.

ANEX I – SCRIPT DE CREACIÓ DEL CUB

```
<Create xmlns="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2003/engine">
  <ParentObject>
    <DatabaseID>BIBO_AS</DatabaseID>
  </ParentObject>
  <ObjectDefinition>
    <Cube xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:ddl2="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2003/engine/2"
xmlns:ddl2_2="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2003/engine/2/2"
xmlns:ddl100_100="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2008/engine/100/100"
xmlns:ddl200_200="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2010/engine/200"
xmlns:ddl300_300="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2011/engine/300"
xmlns:ddl400_400="http://schemas.microsoft.com/analysisservices/2012/engine/400">
      <ID>BIBO_Cube</ID>
      <Name>BIBO_Cube</Name>
      <Annotations>
        <Annotation>
          <Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramLayout</Name>
            <Value>
              <dds xmlns="">
                <diagram fontclsid="{0BE35203-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}"
mouseiconclsid="{0BE35204-8F91-11CE-9DE3-00AA004BB851}"
defaultlayout="MSDDS.Rectilinear" defaultlineroute="MSDDS.Rectilinear" version="7"
nextobject="22" scale="100" pagebreakanchorx="0" pagebreakanchory="0"
pagebreaksize="0" pagebreaksizey="0" scrollleft="-5503" scrolltop="-272" gridx="150"
gridy="150" marginx="5000" marginy="5000" zoom="75" x="21696" y="15028"
backcolor="16777215" defaultpersistence="2" PrintPageNumbersMode="3"
PrintMarginTop="0" PrintMarginBottom="635" PrintMarginLeft="0" PrintMarginRight="0"
marqueeselectionmode="0" mousepointer="0" snaptogrid="0" autotypeannotation="1"
showscrollbars="0" viewpagebreaks="0" donotforceconnectorsbehindshapes="1"
backpictureclsid="{00000000-0000-0000-0000-000000000000}">
                  <font>
                    <ddsxmlobjectstreamwrapper
binary="01000000900144420100065461686f6d61" />
                  </font>
                  <mouseicon>
                    <ddsxmlobjectstreamwrapper
binary="6c74000000000000" />
                  </mouseicon>
                </diagram>
              <layoutmanager>
                <ddsxmlobj />
              </layoutmanager>
              <ddscontrol
controlprogid="DdsShapes.DdsObjectManagedBridge.3" tooltip="Farms" left="4118"
top="1236" logicalid="11" controlid="1" masterid="0" hint1="0" hint2="0" width="3000"
height="6939" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="0" autodrag="1"
usedefaulttidshape="1" selectable="1" showselectionhandles="1" allownudging="1"
isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1" visible="1"
snaptogrid="0">
                <control>
                  <ddsxmlobjectstreaminitwrapper
binary="000c0000b80b00001b1b0000" />
                </control>
              </ddscontrol>
            </Value>
          </Annotation>
        </Annotations>
      </Cube>
    </ObjectDefinition>
  </ParentObject>
</Create>
```

```

        <layoutobject>
            <ddsxmlobj>
                <property name="LogicalObject"
value="dbo_dim_farms" vartype="8" />
            </ddsxmlobj>
        </layoutobject>
        <shape groupshapeid="0" groupnode="0" />
    </ddscontrol>
    <ddscontrol
controlprogid="DdsShapes.DdsObjectManagedBridge.3" tooltip="Dates" left="4116"
top="11697" logicalid="12" controlid="2" masterid="0" hint1="0" hint2="0"
width="3995" height="6305" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="0"
autodrag="1" usedefaultiddshape="1" selectable="1" showselectionhandles="1"
allownudging="1" isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1"
visible="1" snaptogrid="0">
        <control>
            <ddsxmlobjectstreaminitwrapper
binary="000c00009b0f0000a1180000" />
        </control>
    </layoutobject>
        <ddsxmlobj>
            <property name="LogicalObject"
value="dbo_dim_date" vartype="8" />
        </ddsxmlobj>
    </layoutobject>
        <shape groupshapeid="0" groupnode="0" />
    </ddscontrol>
    <ddscontrol
controlprogid="DdsShapes.DdsObjectManagedBridge.3" tooltip="Readings" left="9799"
top="4262" logicalid="13" controlid="3" masterid="0" hint1="0" hint2="0" width="4939"
height="7716" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="0" autodrag="1"
usedefaultiddshape="1" selectable="1" showselectionhandles="1" allownudging="1"
isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1" visible="1"
snaptogrid="0">
        <control>
            <ddsxmlobjectstreaminitwrapper
binary="000c00004b130000241e0000" />
        </control>
    </layoutobject>
        <ddsxmlobj>
            <property name="LogicalObject"
value="dbo_fact_readings" vartype="8" />
        </ddsxmlobj>
    </layoutobject>
        <shape groupshapeid="0" groupnode="0" />
    </ddscontrol>
    <ddscontrol
controlprogid="DdsShapes.DdsObjectManagedBridge.3" tooltip="Alarms" left="-3367"
top="9209" logicalid="14" controlid="4" masterid="0" hint1="0" hint2="0" width="3000"
height="2725" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="0" autodrag="1"
usedefaultiddshape="1" selectable="1" showselectionhandles="1" allownudging="1"
isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1" visible="1"
snaptogrid="0">
        <control>
            <ddsxmlobjectstreaminitwrapper
binary="000c0000b80b0000a50a0000" />
        </control>
    </layoutobject>
        <ddsxmlobj>
            <property name="LogicalObject"
value="dbo_fact_alarms" vartype="8" />
        </ddsxmlobj>
    </layoutobject>

```

```

        <shape groupshapeid="0" groupnode="0" />
    </ddscontrol>
    <ddscontrol
controlprogid="DdsShapes.DdsObjectManagedBridge.3" tooltip="Turbine_parts" left="20"
top="13663" logicalid="15" controlid="5" masterid="0" hint1="0" hint2="0"
width="3000" height="1879" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="0"
autodrag="1" usedefaultiddshape="1" selectable="1" showselectionhandles="1"
allownudging="1" isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1"
visible="1" snaptogrid="0">
        <control>
            <ddsxmlobjectstreaminitwrapper
binary="000c0000b80b000057070000" />
            </control>
            <layoutobject>
                <ddsxmlobj>
                    <property name="LogicalObject"
value="dbo_dim_turbine_parts" vartype="8" />
                </ddsxmlobj>
            </layoutobject>
            <shape groupshapeid="0" groupnode="0" />
        </ddscontrol>
        <ddscontrol controlprogid="MSDDS.Polyline" left="6818"
top="4306" logicalid="16" controlid="6" masterid="0" hint1="0" hint2="0" width="3281"
height="814" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="1" autodrag="0"
usedefaultiddshape="0" selectable="1" showselectionhandles="0" allownudging="1"
isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1" visible="1"
snaptogrid="0">
            <control>
                <ddsxmlobj>
                    <polyline endtypedst="6" endtypesrc="3"
usercolor="0" linestyle="0" linerender="1" customendtypedstid="0"
customendtypesrcid="0" adornsvisible="1" />
                </ddsxmlobj>
            </control>
            <layoutobject>
                <ddsxmlobj>
                    <property name="LogicalObject"
value="dataSet.Relations[farm_KEY]" vartype="8" />
                    <property name="Virtual" value="0"
vartype="11" />
                    <property name="VisibleAP" value="0"
vartype="3" />
                </ddsxmlobj>
            </layoutobject>
            <connector lineroutestyle="MSDDS.Rectilinear"
sourceid="1" destid="3" sourceattachpoint="23" destattachpoint="18"
segmenteditmode="0" bendpointeditmode="0" bendpointvisibility="0" relatedid="0"
virtual="0">
                <point x="7118" y="4705" />
                <point x="8458" y="4705" />
                <point x="8458" y="4820" />
                <point x="9799" y="4820" />
            </connector>
        </ddscontrol>
        <ddscontrol controlprogid="MSDDS.Polyline" left="-667"
top="7606" logicalid="17" controlid="7" masterid="0" hint1="0" hint2="0" width="5085"
height="2165" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="1" autodrag="0"
usedefaultiddshape="0" selectable="1" showselectionhandles="0" allownudging="1"
isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1" visible="1"
snaptogrid="0">
            <control>
                <ddsxmlobj>

```

```

                                <polyline endtypedst="6" endtypesrc="3"
usercolor="0" linestyle="0" linerender="1" customendtypedstid="0"
customendtypesrcid="0" adornsvisible="1" />
                                </ddxmlobj>
                                </control>
                                <layoutobject>
                                <ddxmlobj>
                                    <property name="LogicalObject"
value="dataSet.Relations[farm_KEY2]" vartype="8" />
                                    <property name="Virtual" value="0"
vartype="11" />
                                    <property name="VisibleAP" value="0"
vartype="3" />
                                </ddxmlobj>
                                </layoutobject>
                                <connector lineroutestyle="MSDDS.Rectilinear"
sourceid="1" destid="4" sourceattachpoint="34" destattachpoint="11"
segmenteditmode="0" bendpointeditmode="0" bendpointvisibility="0" relatedid="0"
virtual="0">
                                    <point x="4118" y="8005" />
                                    <point x="1876" y="8005" />
                                    <point x="1876" y="9471" />
                                    <point x="-367" y="9471" />
                                </connector>
                                </ddscontrol>
                                <ddscontrol controlprogid="MSDDS.Polyline" left="7811"
top="11678" logicalid="18" controlid="8" masterid="0" hint1="0" hint2="0"
width="2557" height="3571" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="1"
autodrag="0" usedefaultiddshape="0" selectable="1" showselectionhandles="0"
allownudging="1" isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1"
visible="1" snaptogrid="0">
                                    <control>
                                    <ddxmlobj>
                                        <polyline endtypedst="6" endtypesrc="3"
usercolor="0" linestyle="0" linerender="1" customendtypedstid="0"
customendtypesrcid="0" adornsvisible="1" />
                                        </ddxmlobj>
                                    </control>
                                    <layoutobject>
                                    <ddxmlobj>
                                        <property name="LogicalObject"
value="dataSet.Relations[date_KEY2]" vartype="8" />
                                        <property name="Virtual" value="0"
vartype="11" />
                                        <property name="VisibleAP" value="0"
vartype="3" />
                                    </ddxmlobj>
                                    </layoutobject>
                                    <connector lineroutestyle="MSDDS.Rectilinear"
sourceid="2" destid="3" sourceattachpoint="25" destattachpoint="1"
segmenteditmode="0" bendpointeditmode="0" bendpointvisibility="0" relatedid="0"
virtual="0">
                                        <point x="8111" y="14849" />
                                        <point x="10068" y="14849" />
                                        <point x="10068" y="11978" />
                                    </connector>
                                    </ddscontrol>
                                    <ddscontrol controlprogid="MSDDS.Polyline" left="-667"
top="10821" logicalid="19" controlid="9" masterid="0" hint1="0" hint2="0"
width="5530" height="1376" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="1"
autodrag="0" usedefaultiddshape="0" selectable="1" showselectionhandles="0"
allownudging="1" isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1"
visible="1" snaptogrid="0">

```

```

        <control>
          <ddsxmlobj>
            <polyline endtypedst="6" endtypesrc="3"
usercolor="0" linestyle="0" linerender="1" customendtypedstid="0"
customendtypesrcid="0" adornsvisible="1" />
          </ddsxmlobj>
        </control>
        <layoutobject>
          <ddsxmlobj>
            <property name="LogicalObject"
value="dataSet.Relations[date_KEY]" vartype="8" />
            <property name="Virtual" value="0"
vartype="11" />
            <property name="VisibleAP" value="0"
vartype="3" />
          </ddsxmlobj>
        </layoutobject>
        <connector lineroutestyle="MSDDS.Rectilinear"
sourceid="2" destid="4" sourceattachpoint="0" destattachpoint="17"
segmenteditmode="0" bendpointeditmode="0" bendpointvisibility="0" relatedid="0"
virtual="0">
          <point x="4463" y="11697" />
          <point x="4463" y="11121" />
          <point x="-367" y="11121" />
        </connector>
      </ddscontrol>
      <ddscontrol controlprogid="MSDDS.Polyline" left="-1067"
top="11634" logicalid="20" controlid="10" masterid="0" hint1="0" hint2="0"
width="1887" height="2529" noresize="0" nomove="0" nodefaultattachpoints="1"
autodrag="0" usedefaultiddshape="0" selectable="1" showselectionhandles="0"
allownudging="1" isannotation="0" dontautolayout="0" groupcollapsed="0" tabstop="1"
visible="1" snaptogrid="0">
        <control>
          <ddsxmlobj>
            <polyline endtypedst="6" endtypesrc="3"
usercolor="0" linestyle="0" linerender="1" customendtypedstid="0"
customendtypesrcid="0" adornsvisible="1" />
          </ddsxmlobj>
        </control>
        <layoutobject>
          <ddsxmlobj>
            <property name="LogicalObject"
value="dataSet.Relations[part_KEY]" vartype="8" />
            <property name="Virtual" value="0"
vartype="11" />
            <property name="VisibleAP" value="0"
vartype="3" />
          </ddsxmlobj>
        </layoutobject>
        <connector lineroutestyle="MSDDS.Rectilinear"
sourceid="5" destid="4" sourceattachpoint="0" destattachpoint="9" segmenteditmode="0"
bendpointeditmode="0" bendpointvisibility="0" relatedid="0" virtual="0">
          <point x="420" y="13663" />
          <point x="420" y="12799" />
          <point x="-767" y="12799" />
          <point x="-767" y="11934" />
        </connector>
      </ddscontrol>
    </dds>
  </Value>
</Annotation>
<Annotation>

```

```

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:ShowFriendlyNames</Name>
>
    <Value>true</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:ShowRelationshipNames</Name>
</Name>
    <Value>>false</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:UseDiagramDefaultLayout</Name>
</Name>
    <Value>true</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramViewPortLeft</Name>
</Name>
    <Value>-5503</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramViewPortTop</Name>
</Name>
    <Value>-272</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramBoundingLeft</Name>
</Name>
    <Value>-3367</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramBoundingTop</Name>
</Name>
    <Value>1236</Value>
  </Annotation>
</Annotation>

<Name>http://schemas.microsoft.com/DataWarehouse/Designer/1.0:DiagramZoom</Name>
    <Value>75</Value>
  </Annotation>
</Annotations>
<Language>1033</Language>
<Collation>Modern_Spanish_CI_AS</Collation>
<Dimensions>
  <Dimension>
    <ID>Farms</ID>
    <Name>Farms</Name>
    <DimensionID>Farms</DimensionID>
    <Attributes>
      <Attribute>
        <AttributeID>Farm KEY</AttributeID>
      </Attribute>
      <Attribute>
        <AttributeID>Country</AttributeID>
      </Attribute>
      <Attribute>
        <AttributeID>Country Iso</AttributeID>
      </Attribute>
    </Attributes>
  </Dimension>
</Dimensions>

```



```

</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Aerogen</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Power</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Model</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Number</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Operator</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Manteiner</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>X</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Y</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Location Area</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Model 1</AttributeID>
</Attribute>
<AttributeHierarchyVisible>false</AttributeHierarchyVisible>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Model 2</AttributeID>
</Attribute>
<AttributeHierarchyVisible>false</AttributeHierarchyVisible>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Aerogen 1</AttributeID>
</Attribute>
<AttributeHierarchyVisible>false</AttributeHierarchyVisible>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Aerogen 2</AttributeID>
</Attribute>
<AttributeHierarchyVisible>false</AttributeHierarchyVisible>
</Attribute>
<Attribute>
  <AttributeID>Maxpower</AttributeID>
</Attribute>
</Attributes>
<Hierarchies>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy</HierarchyID>
  </Hierarchy>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy 1</HierarchyID>
  </Hierarchy>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy 2</HierarchyID>
  </Hierarchy>
</Hierarchies>

```

```

        <HierarchyID>Hierarchy 3</HierarchyID>
    </Hierarchy>
    <Hierarchy>
        <HierarchyID>Hierarchy 4</HierarchyID>
    </Hierarchy>
    <Hierarchy>
        <HierarchyID>Hierarchy 5</HierarchyID>
    </Hierarchy>
</Hierarchies>
</Dimension>
<Dimension>
    <ID>Turbine Parts</ID>
    <Name>Turbine Parts</Name>
    <DimensionID>Turbine Parts</DimensionID>
    <Attributes>
        <Attribute>
            <AttributeID>Part KEY</AttributeID>
        </Attribute>
    </Attributes>
</Dimension>
<Dimension>
    <ID>Dates</ID>
    <Name>Dates</Name>
    <DimensionID>Dates</DimensionID>
    <Attributes>
        <Attribute>
            <AttributeID>Date KEY</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Str Date DMY</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Week Number</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Week Name</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Month</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Week Number</AttributeID>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Month Number</AttributeID>
        </Attribute>
    </Attributes>
<AttributeHierarchyEnabled>false</AttributeHierarchyEnabled>
<AttributeHierarchyOptimizedState>NotOptimized</AttributeHierarchyOptimizedState>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Name Short</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Name Long</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Year</AttributeID>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Number 1</AttributeID>
</Attribute>
<AttributeHierarchyEnabled>false</AttributeHierarchyEnabled>

```

```

<AttributeHierarchyOptimizedState>NotOptimized</AttributeHierarchyOptimizedState>
  </Attribute>
  <Attribute>
    <AttributeID>Str Date YMD</AttributeID>
  </Attribute>
</Attributes>
<Hierarchies>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy</HierarchyID>
  </Hierarchy>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy 1</HierarchyID>
  </Hierarchy>
  <Hierarchy>
    <HierarchyID>Hierarchy 2</HierarchyID>
  </Hierarchy>
</Hierarchies>
</Dimension>
</Dimensions>
<MeasureGroups>
  <MeasureGroup>
    <ID>Alarms</ID>
    <Name>Alarms</Name>
    <Measures>
      <Measure>
        <ID>Alarms Avg</ID>
        <Name>Alarms Avg</Name>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source>
          <DataType>Double</DataType>
          <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
            <ColumnID>alarms_avg</ColumnID>
          </Source>
        </Source>
        <Visible>>false</Visible>
      </Measure>
      <Measure>
        <ID>Alarms Count</ID>
        <Name>Alarms Count</Name>
        <AggregateFunction>Count</AggregateFunction>
        <DataType>Integer</DataType>
        <Source>
          <DataType>Integer</DataType>
          <DataSize>4</DataSize>
          <Source xsi:type="RowBinding">
            <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
          </Source>
        </Source>
      </Measure>
    </Measures>
    <StorageMode>Molap</StorageMode>
    <ProcessingMode>Regular</ProcessingMode>
    <Dimensions>
      <Dimension xsi:type="RegularMeasureGroupDimension">
        <CubeDimensionID>Farms</CubeDimensionID>
        <Attributes>
          <Attribute>
            <AttributeID>Farm KEY</AttributeID>
            <KeyColumns>
              <KeyColumn>
                <DataType>Integer</DataType>

```

```

        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
            <ColumnID>farm_KEY</ColumnID>
        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
    <Type>Granularity</Type>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Country</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>50</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>country</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Country Iso</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>3</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>country_iso</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>manteiner</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Power</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>power</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```

```

        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Model</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>location_area</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>model</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Operator</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>operator</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Manteiner</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>

```

```

        <DataSize>20</DataSize>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
            <ColumnID>manteiner</ColumnID>
        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>X</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>x</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Y</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>y</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Location Area</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>location_area</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Model 1</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>50</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>country</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```

```

        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>model</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Model 2</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>location_area</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>model</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen 1</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>50</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>country</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen 2</AttributeID>

```

```

        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>location_area</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>aerogen</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Maxpower</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>Double</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>maxpower</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
</Attributes>
</Dimension>
<Dimension xsi:type="RegularMeasureGroupDimension">
    <CubeDimensionID>Turbine Parts</CubeDimensionID>
    <Attributes>
        <Attribute>
            <AttributeID>Part KEY</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>Integer</DataType>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
                        <ColumnID>part_KEY</ColumnID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
            <Type>Granularity</Type>
        </Attribute>
    </Attributes>
</Dimension>
<Dimension xsi:type="RegularMeasureGroupDimension">
    <CubeDimensionID>Dates</CubeDimensionID>
    <Attributes>
        <Attribute>
            <AttributeID>Date KEY</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>Integer</DataType>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
                        <ColumnID>date_KEY</ColumnID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
        </Attribute>
    </Attributes>
</Dimension>

```



```

        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
    <Type>Granularity</Type>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Str Date DMY</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>str_date_DMY</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Day Of Week Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<AttributeID>day_of_week_number</ColumnID>
    </Source>
</KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Day Of Week Name</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>day_of_week_name</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<AttributeID>Day Of Month</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>day_of_month</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Week Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```

```

        </Source>
    </KeyColumn>
    <KeyColumn>
        <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_dim_date</TableID>
            <ColumnID>week_number</ColumnID>
        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>month_number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Name Short</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>3</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>month_name_short</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Name Long</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>

```

```

        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_dim_date</TableID>
            <ColumnID>month_name_long</ColumnID>
        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Year</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Number 1</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>month_number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Str Date YMD</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>str_date_YMD</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
</Attributes>
</Dimension>
</Dimensions>
<Partitions>
    <Partition>
        <ID>Alarms</ID>
        <Name>Alarms</Name>
        <Source xsi:type="DsvTableBinding">
            <DataSourceViewID>BIBO DSV</DataSourceViewID>
            <TableID>dbo_fact_alarms</TableID>
        </Source>
        <StorageMode>Molap</StorageMode>
        <ProcessingMode>Regular</ProcessingMode>
        <ProactiveCaching>
            <SilenceInterval>-PT1S</SilenceInterval>
            <Latency>-PT1S</Latency>
            <SilenceOverrideInterval>-
PT1S</SilenceOverrideInterval>
            <ForceRebuildInterval>-PT1S</ForceRebuildInterval>
        </ProactiveCaching>
    </Partition>

```

```

        <Source xsi:type="ProactiveCachingInheritedBinding"
/>
    </ProactiveCaching>
</Partition>
</Partitions>
<ProactiveCaching>
    <SilenceInterval>-PT1S</SilenceInterval>
    <Latency>-PT1S</Latency>
    <SilenceOverrideInterval>-PT1S</SilenceOverrideInterval>
    <ForceRebuildInterval>-PT1S</ForceRebuildInterval>
    <Source xsi:type="ProactiveCachingInheritedBinding" />
</ProactiveCaching>
</MeasureGroup>
<MeasureGroup>
    <ID>Readings</ID>
    <Name>Readings</Name>
    <Measures>
        <Measure>
            <ID>Power</ID>
            <Name>Power</Name>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source>
                <DataType>Double</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                    <ColumnID>power</ColumnID>
                </Source>
            </Source>
        </Measure>
        <Measure>
            <ID>Availability Avg</ID>
            <Name>Availability Avg</Name>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source>
                <DataType>Double</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                    <ColumnID>availability_avg</ColumnID>
                </Source>
            </Source>
            <Visible>>false</Visible>
        </Measure>
        <Measure>
            <ID>Availability Min</ID>
            <Name>Availability Min</Name>
            <AggregateFunction>Min</AggregateFunction>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source>
                <DataType>Double</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                    <ColumnID>availability_min</ColumnID>
                </Source>
            </Source>
        </Measure>
        <Measure>
            <ID>Availability Max</ID>
            <Name>Availability Max</Name>
            <AggregateFunction>Max</AggregateFunction>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source>
                <DataType>Double</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">

```

```

        <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
        <ColumnID>availability_max</ColumnID>
    </Source>
</Source>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Temperature Avg</ID>
    <Name>Temperature Avg</Name>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>temperature_avg</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
    <Visible>>false</Visible>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Temperature Min</ID>
    <Name>Temperature Min</Name>
    <AggregateFunction>Min</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>temperature_min</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Temperature Max</ID>
    <Name>Temperature Max</Name>
    <AggregateFunction>Max</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>temperature_max</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wind Speed Avg</ID>
    <Name>Wind Speed Avg</Name>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wind_speed_avg</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
    <Visible>>false</Visible>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wind Speed Min</ID>
    <Name>Wind Speed Min</Name>
    <AggregateFunction>Min</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>

```

```

        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wind_speed_min</ColumnID>
        </Source>
    </Measure>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wind Speed Max</ID>
    <Name>Wind Speed Max</Name>
    <AggregateFunction>Max</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wind_speed_max</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
</Measure>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wave Height Avg</ID>
    <Name>Wave Height Avg</Name>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wave_height_avg</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
    <Visible>>false</Visible>
</Measure>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wave Height Min</ID>
    <Name>Wave Height Min</Name>
    <AggregateFunction>Min</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wave_height_min</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
</Measure>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Wave Height Max</ID>
    <Name>Wave Height Max</Name>
    <AggregateFunction>Max</AggregateFunction>
    <DataType>Double</DataType>
    <Source>
        <DataType>Double</DataType>
        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
            <ColumnID>wave_height_max</ColumnID>
        </Source>
    </Source>
</Measure>
</Measure>
<Measure>
    <ID>Reparation Time</ID>
    <Name>Reparation Time</Name>
    <DataType>Double</DataType>

```

```

        <Source>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                <ColumnID>reparation_time</ColumnID>
            </Source>
        </Source>
    </Measure>
</Measures>
<StorageMode>Molap</StorageMode>
<ProcessingMode>Regular</ProcessingMode>
<Dimensions>
    <Dimension xsi:type="RegularMeasureGroupDimension">
        <CubeDimensionID>Farms</CubeDimensionID>
        <Attributes>
            <Attribute>
                <AttributeID>Farm KEY</AttributeID>
                <KeyColumns>
                    <KeyColumn>
                        <DataType>Integer</DataType>
                        <Source xsi:type="ColumnBinding">
                            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                            <ColumnID>farm_KEY</ColumnID>
                        </Source>
                    </KeyColumn>
                </KeyColumns>
                <Type>Granularity</Type>
            </Attribute>
            <Attribute>
                <AttributeID>Country</AttributeID>
                <KeyColumns>
                    <KeyColumn>
                        <DataType>WChar</DataType>
                        <DataSize>50</DataSize>
                        <Source xsi:type="ColumnBinding">
                            <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                            <ColumnID>country</ColumnID>
                        </Source>
                    </KeyColumn>
                </KeyColumns>
            </Attribute>
            <Attribute>
                <AttributeID>Country Iso</AttributeID>
                <KeyColumns>
                    <KeyColumn>
                        <DataType>WChar</DataType>
                        <DataSize>3</DataSize>
                        <Source xsi:type="ColumnBinding">
                            <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                            <ColumnID>country_iso</ColumnID>
                        </Source>
                    </KeyColumn>
                </KeyColumns>
            </Attribute>
        </Attributes>
    </Dimension>

```

```

        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>manteiner</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Power</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>power</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Model</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>location_area</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>model</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```



```

        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Operator</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>operator</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Manteiner</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>manteiner</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>X</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>x</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Y</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>y</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```

```

        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Location Area</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>location_area</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Model 1</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>50</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>country</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>aerogen</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>10</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>model</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Model 2</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>location_area</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>20</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                    <ColumnID>aerogen</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>

```

```

        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>10</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>model</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen 1</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>50</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>country</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Aerogen 2</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>location_area</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>20</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>aerogen</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Maxpower</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>Double</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_farms</TableID>
                <ColumnID>maxpower</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>

```

```

        </Attribute>
    </Attributes>
</Dimension>
<Dimension xsi:type="RegularMeasureGroupDimension">
    <CubeDimensionID>Dates</CubeDimensionID>
    <Attributes>
        <Attribute>
            <AttributeID>Date KEY</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>Integer</DataType>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
                        <ColumnID>date_KEY</ColumnID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
            <Type>Granularity</Type>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Str Date DMY</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>WChar</DataType>
                    <DataSize>10</DataSize>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                        <ColumnID>str_date_DMY</ColumnID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Week Number</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Week Name</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>WChar</DataType>
                    <DataSize>10</DataSize>
                    <Source xsi:type="ColumnBinding">
                        <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                        <ColumnID>day_of_week_name</ColumnID>
                    </Source>
                </KeyColumn>
            </KeyColumns>
        </Attribute>
        <Attribute>
            <AttributeID>Day Of Month</AttributeID>
            <KeyColumns>
                <KeyColumn>
                    <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>

```

```

        <Source xsi:type="ColumnBinding">
            <TableID>dbo_dim_date</TableID>
            <ColumnID>day_of_month</ColumnID>
        </Source>
    </KeyColumn>
</KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Week Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>week_number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Number</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>month_number</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>
<Attribute>
    <AttributeID>Month Name Short</AttributeID>
    <KeyColumns>
        <KeyColumn>
            <DataType>SmallInt</DataType>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>year</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
        <KeyColumn>
            <DataType>WChar</DataType>
            <DataSize>3</DataSize>
            <Source xsi:type="ColumnBinding">
                <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                <ColumnID>month_name_short</ColumnID>
            </Source>
        </KeyColumn>
    </KeyColumns>
</Attribute>

```

```

        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Month Name Long</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>SmallInt</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    <ColumnID>year</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>10</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    <ColumnID>month_name_long</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Year</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>SmallInt</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    <ColumnID>year</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Month Number 1</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>UnsignedTinyInt</DataType>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    <ColumnID>month_number</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
    <Attribute>
        <AttributeID>Str Date YMD</AttributeID>
        <KeyColumns>
            <KeyColumn>
                <DataType>WChar</DataType>
                <DataSize>10</DataSize>
                <Source xsi:type="ColumnBinding">
                    <TableID>dbo_dim_date</TableID>
                    <ColumnID>str_date_YMD</ColumnID>
                </Source>
            </KeyColumn>
        </KeyColumns>
    </Attribute>
</Attributes>
</Dimension>
</Dimensions>
<Partitions>

```

```

        <Partition>
          <ID>Readings</ID>
          <Name>Readings</Name>
          <Source xsi:type="DsvTableBinding">
            <DataSourceViewID>BIBO DSV</DataSourceViewID>
            <TableID>dbo_fact_readings</TableID>
          </Source>
          <StorageMode>Molap</StorageMode>
          <ProcessingMode>Regular</ProcessingMode>
          <ProactiveCaching>
            <SilenceInterval>-PT1S</SilenceInterval>
            <Latency>-PT1S</Latency>
            <SilenceOverrideInterval>-
PT1S</SilenceOverrideInterval>
            <ForceRebuildInterval>-PT1S</ForceRebuildInterval>
            <Source xsi:type="ProactiveCachingInheritedBinding"
/>
          </ProactiveCaching>
        </Partition>
      </Partitions>
    <ProactiveCaching>
      <SilenceInterval>-PT1S</SilenceInterval>
      <Latency>-PT1S</Latency>
      <SilenceOverrideInterval>-PT1S</SilenceOverrideInterval>
      <ForceRebuildInterval>-PT1S</ForceRebuildInterval>
      <Source xsi:type="ProactiveCachingInheritedBinding" />
    </ProactiveCaching>
  </MeasureGroup>
</MeasureGroups>
<Source>
  <DataSourceViewID>BIBO DSV</DataSourceViewID>
</Source>
<MdxScripts>
  <MdxScript>
    <ID>MdxScript</ID>
    <Name>MdxScript</Name>
    <Commands>
      <Command>
        <Text>/*
The CALCULATE command controls the aggregation of leaf cells in the cube.
If the CALCULATE command is deleted or modified, the data within the cube is
affected.
You should edit this command only if you manually specify how the cube is aggregated.
*/
CALCULATE;
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].Alarms
AS iif([Measures].[Alarms Count]=0,0,
[Measures].[Alarms Avg]/[Measures].[Readings Count]),
FORMAT_STRING = "#.##0,00;-#.##0,00",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Alarms' ;
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].Availability
AS iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
[Measures].[Availability Avg]/[Measures].[Readings Count]),
FORMAT_STRING = "#.##0,00;-#.##0,00",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Readings';
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].Temperature
AS iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
[Measures].[Temperature Avg]/[Measures].[Readings Count]),
FORMAT_STRING = "#.##0,00;-#.##0,00",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Readings';
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].[Wind Speed]
AS iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
[Measures].[Wind Speed Avg]/[Measures].[Readings Count]),

```

```

FORMAT_STRING = "#.##0,00;-#.##0,00",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Readings';
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].[Wave Heght]
  AS iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
[Measures].[Wave Height Avg]/[Measures].[Readings Count]),
FORMAT_STRING = "#.##0,00;-#.##0,00",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Readings';
CREATE MEMBER CURRENTCUBE.[Measures].Efficiency
  AS iif([Measures].[Readings Count]=0,0,
([Measures].[Power]/[Measures].[Readings
Count])/(24*[Farms].[Maxpower].currentmember.properties("key"))),
FORMAT_STRING = "Standard",
VISIBLE = 1 , ASSOCIATED_MEASURE_GROUP = 'Readings'; </Text>
      </Command>
    </Commands>
  </MdxScript>
</MdxScripts>
<ProactiveCaching>
  <SilenceInterval>-PT1S</SilenceInterval>
  <Latency>-PT1S</Latency>
  <SilenceOverrideInterval>-PT1S</SilenceOverrideInterval>
  <ForceRebuildInterval>-PT1S</ForceRebuildInterval>
  <Source xsi:type="ProactiveCachingInheritedBinding" />
</ProactiveCaching>
</Cube>
</ObjectDefinition>
</Create>

```


GLOSSARI

API	Application Programming Interface
BI	Business Intelligence
DW	Data Warehouse
ETL	Extract, Transform and Load
HOLAP	Hybrid Online Analytical Processing
HTML5	HyperText Markup Language version 5
IDE	Integrated Development Environment
KPI	Key Performance Indicator
MDB	Multidimensional Data Base
MOLAP	Multidimensional Online Analytical Processing
OLAP	Online Analytical Processing
OLTP	Online Transaction Processing
ROLAP	Relational Online Analytical Processing
SQL	Structured Query Language
SSAS	SQL Server Analysis Services
SSDT	SQL Server Data Tools
SSIS	SQL Server Integration Services
SSRS	SQL Server Reporting Services

BIBLIOGRAFIA

Asociación Empresarial Eólica. [En línia] Asociación Empresarial Eólica. <http://www.aeeolica.org>.

Conesa Queralt, Jordi i Curto Díaz, Josep. 2010. *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona : Editorial UOC, 2010. ISBN: 978-84-9788-886-8.

Gartner. 2016. Gartner IT Glossary. *Technology Research | Gartner Inc.* [En línia] 2016. <http://www.gartner.com/it-glossary/>.

—. **2016.** Magic Quadrant for Business Intelligence and Analytics Platforms. *Technology Research | Gartner Inc.* [En línia] 4 / febrer / 2016. <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2XXET8P&ct=160204>.

Microsoft Corporation. *Power BI | Interactive Data Visualizations BI Tools*. [En línia] Microsoft Corporation. <https://powerbi.microsoft.com/en-us/>.

—. *SQL Server -- Data Platform | Microsoft*. [En línia] Microsoft Corporation. <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server/>.

Oracle. Communications Data Model Installation Guide. *docs.oracle.com*. [En línia] Oracle. <https://docs.oracle.com/en/>.

—. MySQL Documentation. *MySQL*. [En línia] Oracle. <http://dev.mysql.com/doc/>.

Pentaho Community. Pentaho Community. [En línia] pentaho. <http://community.pentaho.com/>.

Pentaho. Data Integration, Business Analytics and Big Data | Pentaho. *Pentaho*. [En línia] <http://www.pentaho.com>.

Stacey, M., Salvataore, J.. i Jorgensen, A. 2013. *Visual Intelligence. Microsoft Tools and Techniques for Visualizing Data*. s.l. : John Wiley & Sons, Inc., 2013. ISBN: 978-1-118-38803-7.

The PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Documentation. *PostgreSQL*. [En línia] The PostgreSQL Global Development Group. <https://www.postgresql.org/docs/9.6/static/>.

WindEurope. 2016. [En línia] windeurope asbl/vzw, 2016. <http://www.windeurope.org>.

VITA

Juan Castro Mayorgas va néixer a Barcelona. S'ha graduat en Enginyeria Tècnica d'Informàtica (especialitat en Sistemes) al 2.009, Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions (especialitat Telemàtica) al 2.011, Màster Interuniversitari d'Enginyeria de Telecomunicació al 2.015 i opta amb aquest Treball al Màster Universitari d'Enginyeria Informàtica.

Professionalment, desenvolupa la seva carrera laboral a diverses empreses de l'àmbit de les TIC.

Més informació: www.linkedin.com/in/jalbertocastro



es.linkedin.com/in/jalbertocastro/