



**Instituto del Corcho, La Madera y el Carbón Vegetal - Centro de
Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura
Junta de Extremadura**



INFORME TÉCNICO

VALORACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL VIENTO DE LAS PALMERAS DE LA PLAZA DE ESPAÑA DE MÉRIDA, MEDIANTE TOMOGRAFÍA SÓNICA

Objeto del trabajo: Valoración de la estabilidad frente al viento de las palmeras de la Plaza de Mérida.

La petición ha sido realizada por Marco Antonio Guijarro Ceballos, Concejal de Parques y Jardines y otros temas de Mérida.

Equipo Técnico del Instituto C.M.C. - CICYTEX:

José Berdón Berdón (Ingeniero de Montes)

Mónica Murillo Vilanova (Doctora Ingeniera Agrónoma)

Ramón Santiago (Doctor Ingeniero de Montes)

Fecha de los trabajos de campo: varias visitas entre el 24 de febrero y el 24 de noviembre de 2016.

Índice

1. Trabajos de campo
2. Trabajos de gabinete
3. Resumen de los datos obtenidos
4. Valoración y conclusiones

Anexo 1. Ortoimagen de la Plaza de España de Mérida con la situación de las palmeras.

Anexo 2. Fotografías de las palmeras.

Anexo 3. Informes del tomógrafo.

1. Trabajos de campo.

Se realizó una prospección de la Plaza de España en compañía de Marco Antonio, quien nos comentó los problemas que había tenido el ayuntamiento de Mérida con las palmeras durante un temporal en el invierno 2015-2016, problemas que obligaron a cortar una de las palmeras de la Plaza de España ante el riesgo de caída.

Se midieron, tomografiaron y georreferenciaron las 10 palmeras (todas ellas pertenecen a la especie *Phoenix dactylifera*) que actualmente quedan en pie en la Plaza de España.

Las medidas que se tomaron fueron:

Diámetro normal, perímetro del tronco en la sección tomografiada, altura del árbol, altura del centro de la copa, y tamaño de la copa (anchura y altura y de ellos se concluyó la superficie, asimilándola a una elipse).

Se tomografió en cada palmera una única sección, la que pareció más delicada al equipo técnico, y que podía suponer la zona más propicia a romperse en caso de viento fuerte, y además estaba a nuestro alcance, pues por no disponer de escaleras adecuadas sólo pudimos tomografiar secciones que estaban por debajo de los 2 metros de altura.

Las tomografías se realizaron mediante el tomógrafo Arborsonic 3D, que funciona en conjunción con un PC (en nuestro caso un Toshiba Ultrabook).

2. Trabajos de gabinete.

Los datos de campo se procesaron de la siguiente forma:

En el software del tomógrafo se introdujeron los datos de mediciones de las palmeras.

Por otro lado se solicitaron los datos de posibles episodios de vientos fuertes en Mérida a la Agencia Estatal de Meteorología, concretamente a su sede en Extremadura.

Una vez recibidos estos datos fueron también introducidos en el software del tomógrafo sucesivamente para obtener simulaciones frente a distintas velocidades del viento, que por la protección que ofrecen los edificios de la Plaza de España, quizá las velocidades que se alcancen realmente sean menores de lo esperado.

3. Resumen de los datos obtenidos

En la tabla siguiente se ofrece un resumen de la resistencia de cada una de las 10 palmeras de la Plaza de España frente al viento:

periodos de retorno - velocidad del viento	2 años - 23,6 m/s = 85 Km/h		10 años - 29,4 m/s = 106 Km/h		25 años - 32,2 m/s = 116 Km/h		100 años - 35,8 m/s = 129 Km/h		200 años - 37,5 m/s = 135 Km/h	
Palmeras	C.S.	riesgo	C.S.	riesgo	C.S.	riesgo	C.S.	riesgo	C.S.	riesgo
palmera 1	308%	Bajo	200%	Bajo	167%	Bajo	135%	Moderado	123%	Moderado
palmera 2	514%	Bajo	397%	Bajo	353%	Bajo	304%	Bajo	284%	Bajo
palmera 3	593%	Bajo	418%	Bajo	359%	Bajo	298%	Bajo	275%	Bajo
palmera 4	1.037%	Bajo	680%	Bajo	570%	Bajo	463%	Bajo	423%	Bajo
palmera 5	229%	Bajo	148%	Moderado	124%	Moderado	100%	Moderado	91%	Alto
palmera 6	1.229%	Bajo	800%	Bajo	669%	Bajo	543%	Bajo	496%	Bajo
palmera 7	479%	Bajo	326%	Bajo	276%	Bajo	227%	Bajo	208%	Bajo
palmera 8	311%	Bajo	215%	Bajo	183%	Bajo	151%	Bajo	139%	Moderado
palmera 9	509%	Bajo	332%	Bajo	278%	Bajo	226%	Bajo	206%	Bajo
palmera 10	778%	Bajo	557%	Bajo	480%	Bajo	401%	Bajo	371%	Bajo

C.S. = Coeficiente de seguridad, es la relación entre límite elástico de resistencia y el esfuerzo máximo en el tronco de la sección tomografiada.

Se han tomado periodos de retorno de 2, 10, 25, 100 y 200 años. En estos periodos las velocidades máximas esperadas del viento en Mérida, según la AEMET, son de 85, 106, 116, 129 y 135 Km/h respectivamente.

Para una velocidad del viento de 85 km/h, que se espera que ocurra en los próximos 2 años, todas las palmeras tienen un riesgo de caída bajo. El coeficiente de seguridad (C.S.) más bajo para esta velocidad del viento es del 229% y corresponde a la palmera nº 5; el esfuerzo máximo en el tronco de la sección tomografiada en esta palmera estará por debajo de la mitad del límite elástico de resistencia.

Para una velocidad del viento de 106 km/h, que se espera que ocurra en los próximos 10 años, hay 1 palmera, en riesgo:

- La nº 5, con riesgo moderado. El coeficiente de seguridad (C.S.) en este último caso es del 148%, es decir, el esfuerzo máximo en el tronco de la sección tomografiada se acercará al límite elástico de resistencia (el límite elástico de resistencia será únicamente un 48% superior al esfuerzo máximo esperado).

Para una velocidad del viento de 129 km/h, que se espera que ocurra en los próximos 100 años, hay 2 palmeras, en riesgo:

- La nº 1, con riesgo moderado. C.S. 135% límite elástico de resistencia un 35% superior al esfuerzo máximo esperado.
- La nº 5, con riesgo moderado. C.S. 100% en este caso el límite elástico de resistencia es igual que el esfuerzo máximo esperado.

Para una velocidad del viento de 135 km/h, que se espera que ocurra en los próximos 200 años, hay 3 palmeras, en riesgo:

- La nº 1, con riesgo moderado. C.S. 123% límite elástico de resistencia un 23% superior al esfuerzo máximo esperado.
- La nº 5, con riesgo alto. C.S. 91% en este caso el límite elástico de resistencia es inferior en un 9% al esfuerzo máximo esperado.
- La nº 8, con riesgo moderado. C.S. 139% límite elástico de resistencia un 39% superior al esfuerzo máximo esperado.

4. Valoración y conclusiones

Las palmeras 1, 5 y 8 tienen riesgo de caída en caso de vientos fuertes en base a los análisis realizados.

Sólo se ha tomografiado una sección de cada palmera, la que desde el exterior ha parecido más débil al equipo técnico, ello no es óbice para que otras secciones estén más dañadas y en realidad los riesgos sean mayores de los evidenciados en este informe.

Las tomografías corresponden a un momento concreto: 24 de febrero al 24 de noviembre de 2016, puede que algunos de los daños internos que evidencian estas tomografías hayan progresado y evolucionado a peor, lo cual haría incrementar los riesgos de caída que señala el informe.

La longevidad de la especie está en unos 200-300 años según distintos autores; por otro lado se nos comenta que estas palmeras ya tienen unos 100 años de vida, por lo que hay que contar con que les pueden quedar a lo sumo otros 100. A lo largo de lo que les queda de vida se irán deteriorando, por lo que es recomendable hacer nuevos estudios más adelante que permitan establecer el riesgo de caída.

Mérida, 24 de noviembre de 2016

José Berdón Berdón Mónica Murillo Vilanova Ramón Santiago Beltrán
Instituto CMC – CICYTEX

Anexo nº 1. Ortoimagen de la Plaza de España con la situación de las palmeras



Las palmeras están numeradas en amarillo. La que se cortó por estar en serio riesgo de caída se señala con una x roja.

Anexo nº 2. Fotografías de las palmeras



Palmeras 1 (a la derecha) y 2 (a la izquierda)



Palmeras 3 (a la izquierda) y 4 (a la derecha)



Palmera 5



Palmeras 6 (a la derecha) y 7 (a la izquierda)



Palmera 8



Palmeras 9 (a la derecha) y 10 (a la izquierda)

Anexo nº 3. Informes del tomógrafo

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 1 Plaza España

21/10/2016 9:32

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730093 4310861 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmera 1
Project identifier	Palmeras Plaza de España
Trunk diameter at 4 feet	48 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	17,5 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	20 m
...centro de la copa	17,7 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	90 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3500 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	180 cm	32 %	123 %	Riesgo moderado

Factor de Seguridad: 123 %

Capa #1

Geometría de sensores

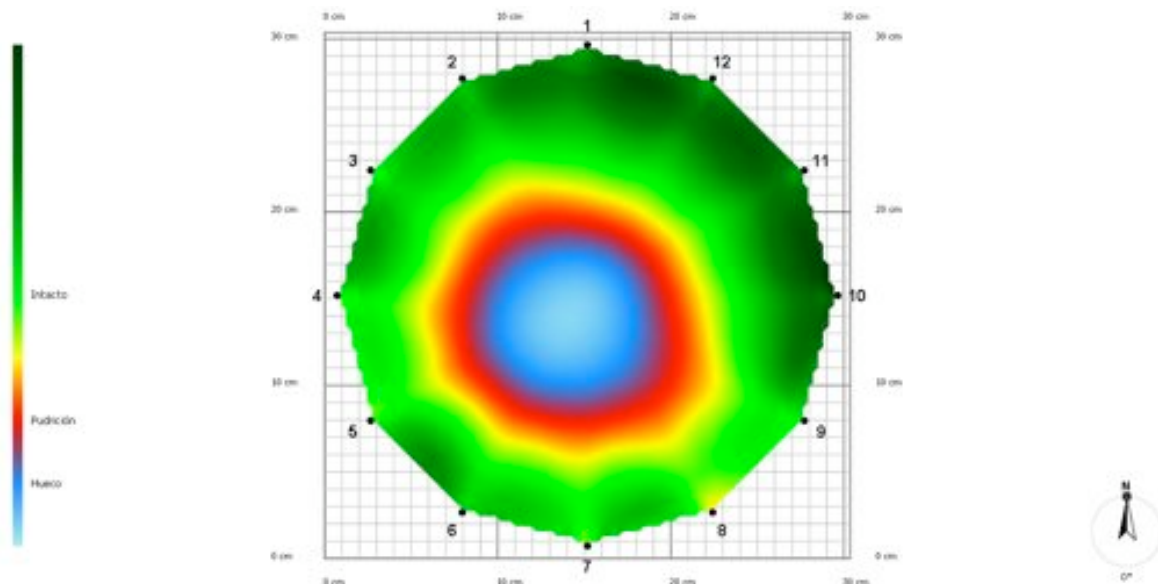
Altura	180 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	12

Datos de posición del sensor

C	116
PD	4
BT	2

Tomogramas

m/s	1678	1671	1646	1450	1337	1290	1448	1763	2024	2124	1905
1678		1520	1690	1557	1498	1303	1294	1582	1844	1966	1972
1671	1520		1652	1605	1640	1461	1314	1334	1565	1700	1766
1646	1690	1652		1464	1724	1592	1476	1300	1353	1506	1615
1450	1557	1605	1464		1882	1749	1673	1484	1358	1255	1367
1337	1498	1640	1724	1882		1585	1710	1578	1493	1353	1248
1290	1303	1461	1592	1749	1585		1696	1609	1607	1499	1384
1448	1294	1314	1476	1673	1710	1696		1367	1603	1592	1518
1763	1582	1334	1300	1484	1578	1609	1367		1765	1826	1809
2024	1844	1565	1353	1358	1493	1607	1603	1765		1874	1998
2124	1966	1700	1506	1255	1353	1499	1592	1826	1874		1822
1905	1972	1766	1615	1367	1248	1384	1518	1809	1998	1822	



Tomograma palmera 1

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 2 Plaza España

21/10/2016 9:47

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730089 4310865 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 10:23
Tree identifier	Palmera 2
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	53,6 m
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Decayed
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	20 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	16,45 m
...centro de la copa	13,9 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	81 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3998 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	115 cm	41 %	284 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 284 %

Capa #1

Geometría de sensores

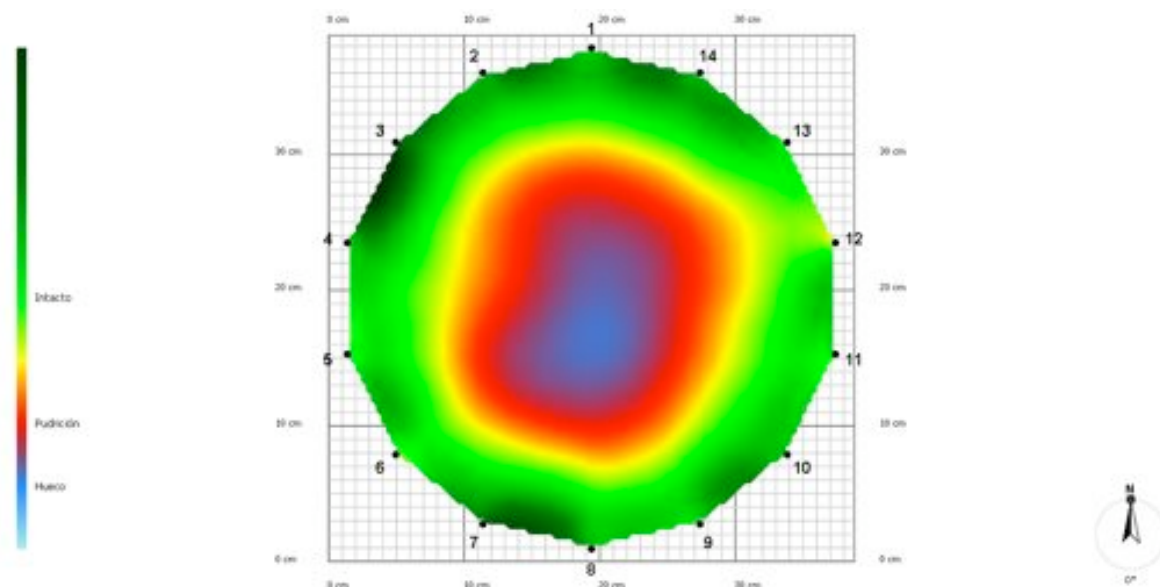
Altura	115 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	14

Datos de posición del sensor

C	160
PD	7
BT	3

Tomogramas

m/s	1193	1120	1099	975	944	881	849	891	941	985	1006	1191	1176
1193		1043	1177	1035	1024	946	903	875	907	939	989	1180	1270
1120	1043		1461	1193	1184	1075	983	910	893	886	902	1054	1137
1099	1177	1461		937	1108	1067	1012	900	882	882	879	971	1062
975	1035	1193	937		1116	1118	1090	963	889	849	862	918	949
944	1024	1184	1108	1116		993	1098	1005	955	883	857	867	901
881	946	1075	1067	1118	993		1318	1146	1110	1006	961	905	883
849	903	983	1012	1090	1098	1318		981	1094	1035	1021	939	876
891	875	910	900	963	1005	1146	981		1155	1110	1142	1033	962
941	907	893	882	889	955	1110	1094	1155		1008	1156	1042	999
985	939	886	882	849	883	1006	1035	1110	1008		1166	1005	1010
1006	989	902	879	862	857	961	1021	1142	1156	1166		886	961
1191	1180	1054	971	918	867	905	939	1033	1042	1005	886		1030
1176	1270	1137	1062	949	901	883	876	962	999	1010	961	1030	



Tomograma palmera 2

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 3 Plaza España

21/10/2016 10:24

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730090 4310838 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 11:24
Tree identifier	Palmera 3, entre el kiosco metálico y la puerta del ayuntamiento
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	45 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	15,22 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	14,6 m
...centro de la copa	14,21 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	85 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3044 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	150 cm	12 %	275 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 275 %

Capa #1

Geometría de sensores

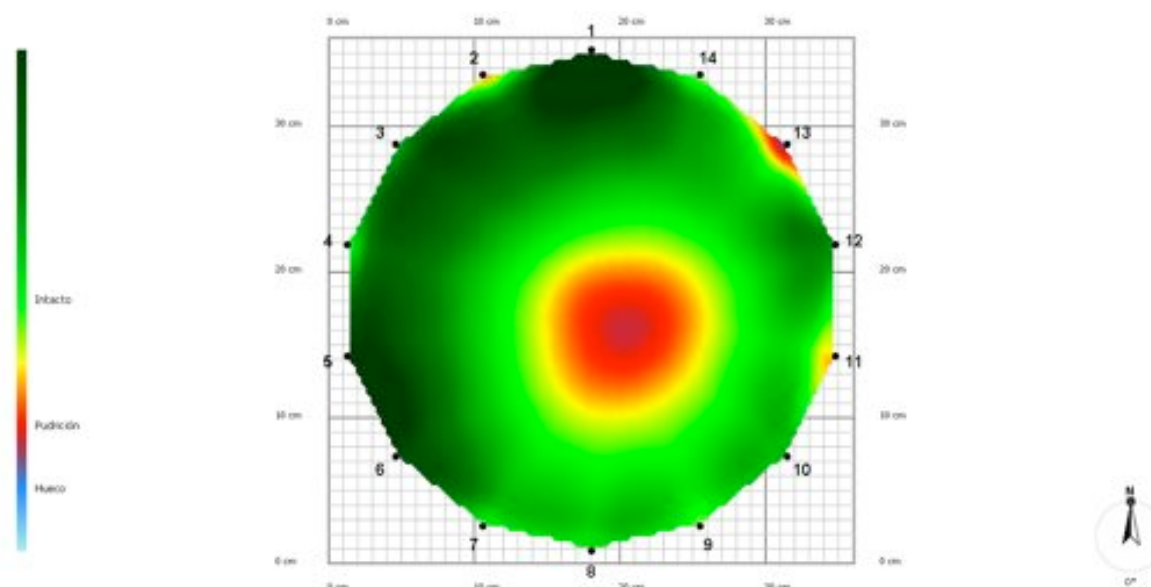
Altura	150 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	14

Datos de posición del sensor

C	130
PD	4
BT	2

Tomogramas

m/s	1195	1731	1680	1644	1523	1353	1219	1205	1357	1398	1537	1332	1215
1195		1101	1315	1421	1398	1277	1182	1098	1168	1208	1374	1226	1225
1731	1101		1106	1389	1447	1366	1269	1185	1161	1221	1429	1358	1481
1680	1315	1106		1204	1436	1400	1316	1241	1192	1132	1329	1299	1444
1644	1421	1389	1204		1551	1541	1428	1351	1293	1179	1230	1238	1394
1523	1398	1447	1436	1551		1395	1384	1340	1306	1200	1167	1135	1286
1353	1277	1366	1400	1541	1395		1120	1252	1276	1190	1183	1046	1148
1219	1182	1269	1316	1428	1384	1120		1206	1304	1233	1257	1106	1114
1205	1098	1185	1241	1351	1340	1252	1206		1188	1171	1264	1133	1164
1357	1168	1161	1192	1293	1306	1276	1304	1188		1051	1264	1200	1283
1398	1208	1221	1132	1179	1200	1190	1233	1171	1051		1075	1079	1256
1537	1374	1429	1329	1230	1167	1183	1257	1264	1264	1075		993	1318
1332	1226	1358	1299	1238	1135	1046	1106	1133	1200	1079	993		960
1215	1225	1481	1444	1394	1286	1148	1114	1164	1283	1256	1318	960	



Tomograma palmera 3

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 4 Plaza España

21/10/2016 13:48

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730085 4310835 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	palmera 4
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	52 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	17,5 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	20 m
...centro de la copa	17,7 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	90 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3500 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	175 cm	13 %	423 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 423 %

Capa #1

Geometría de sensores

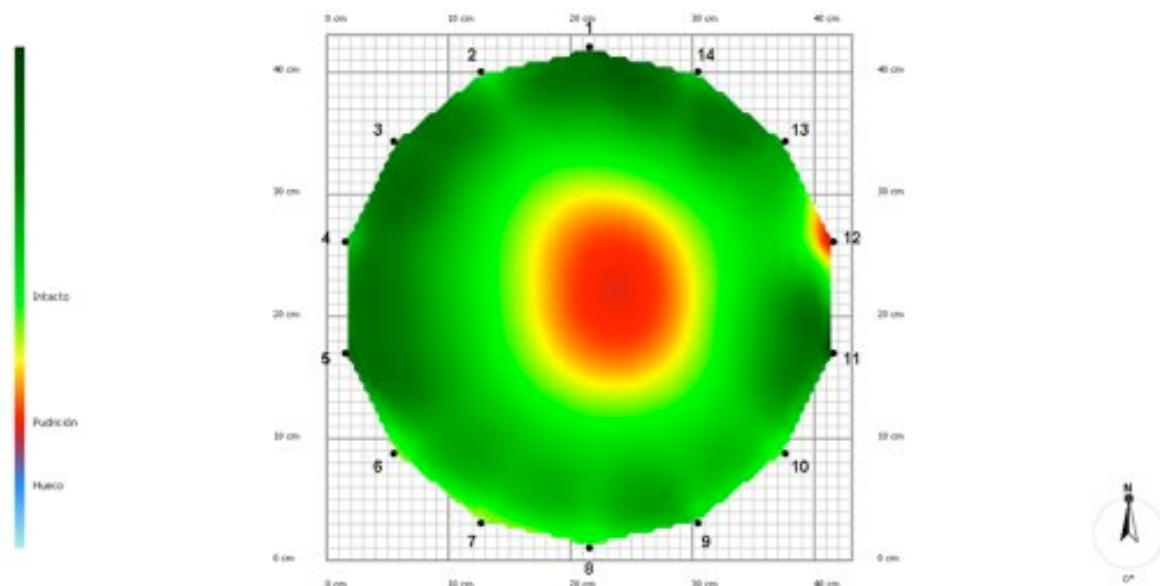
Altura	175 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	14

Datos de posición del sensor

C	151
PD	4
BT	1

Tomogramas

m/s	1481	1642	1655	1583	1473	1401	1321	1351	1498	1649	1498	1677	1561
1481		1608	1569	1595	1505	1452	1373	1314	1319	1478	1407	1600	1568
1642	1608		1430	1585	1570	1557	1513	1457	1354	1409	1364	1585	1628
1655	1569	1430		1456	1539	1581	1578	1547	1410	1386	1296	1475	1555
1583	1595	1585	1456		1435	1557	1611	1633	1505	1415	1288	1401	1481
1473	1505	1570	1539	1435		1272	1405	1534	1473	1421	1263	1306	1370
1401	1452	1557	1581	1557	1272		1226	1436	1442	1447	1328	1317	1301
1321	1373	1513	1578	1611	1405	1226		1386	1403	1463	1390	1405	1307
1351	1314	1457	1547	1633	1534	1436	1386		1245	1419	1427	1496	1421
1498	1319	1354	1410	1505	1473	1442	1403	1245		1338	1450	1580	1550
1649	1478	1409	1386	1415	1421	1447	1463	1419	1338		1365	1626	1653
1498	1407	1364	1296	1288	1263	1328	1390	1427	1450	1365		1238	1365
1677	1600	1585	1475	1401	1306	1317	1405	1496	1580	1626	1238		1469
1561	1568	1628	1555	1481	1370	1301	1307	1421	1550	1653	1365	1469	



Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 5 Plaza España

21/10/2016 13:55

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730072 4310825 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	palmera 5
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	37 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	15,81 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	17 m
...centro de la copa	15 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	90 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3161 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	195 cm	41 %	91 %	Riesgo alto

Factor de Seguridad: 91 %

Capa #1

Geometría de sensores

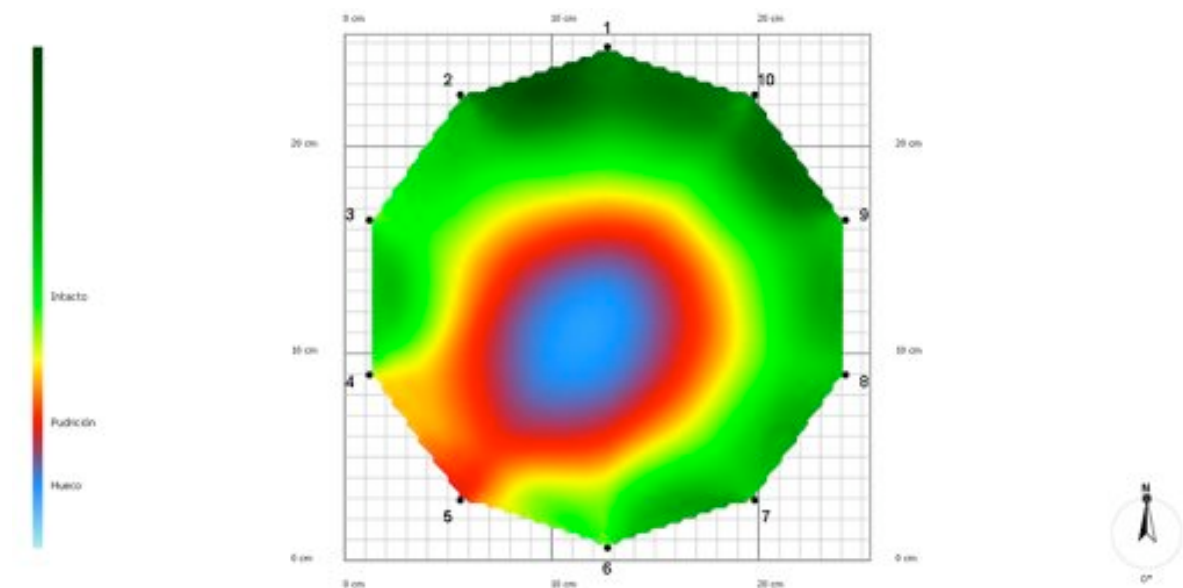
Altura	195 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	10

Datos de posición del sensor

C	98
PD	4
BT	1

Tomogramas

m/s	1896	1623	1549	1283	1243	1389	1597	1839	1696
1896		1362	1552	1337	1243	1293	1479	1758	1911
1623	1362		1699	1417	1327	1258	1260	1412	1551
1549	1552	1699		1160	1285	1289	1231	1245	1399
1283	1337	1417	1160		1360	1519	1394	1247	1179
1243	1243	1327	1285	1360		1708	1636	1475	1356
1389	1293	1258	1289	1519	1708		1598	1567	1518
1597	1479	1260	1231	1394	1636	1598		1516	1683
1839	1758	1412	1245	1247	1475	1567	1516		1786
1696	1911	1551	1399	1179	1356	1518	1683	1786	



Tomograma palmera 5

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 6 Plaza España

26/10/2016 8:23

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730067 4310870 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmeral 6
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	45 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Damaged
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	17,53 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	10,5 m
...centro de la copa	8,15 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	90 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3505 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	175 cm	20 %	496 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 496 %

Capa #1

Geometría de sensores

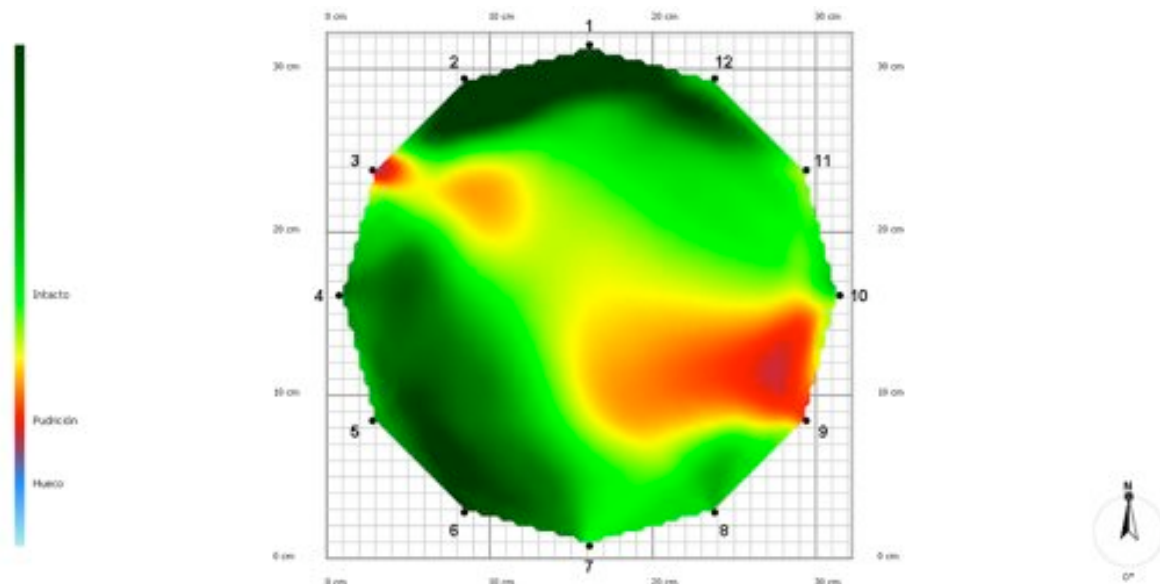
Altura	175 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	12

Datos de posición del sensor

C	131
PD	6
BT	1

Tomogramas

m/s	844	1289	963	868	881	800	841	783	976	1281	918
844		783	953	1012	956	909	891	811	1033	1020	1147
1289	783		893	866	1027	966	740	647	709	686	757
963	953	893		830	1056	954	836	747	835	838	904
868	1012	866	830		908	1021	897	806	840	856	906
881	956	1027	1056	908		997	875	906	778	804	859
800	909	966	954	1021	997		783	850	690	737	794
841	891	740	836	897	875	783		846	760	807	841
783	811	647	747	806	906	850	846		783	678	742
976	1033	709	835	840	778	690	760	783		783	861
1281	1020	686	838	856	804	737	807	678	783		783
918	1147	757	904	906	859	794	841	742	861	783	



Tomograma palmera 6

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 7 Plaza España

24/11/2016 12:14

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730063 4310866 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmera 7
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	41 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Intact
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	25,99 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	14 m
...centro de la copa	11,5 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	85 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	5196 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	185 cm	20 %	208 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 208 %

Capa #1

Geometría de sensores

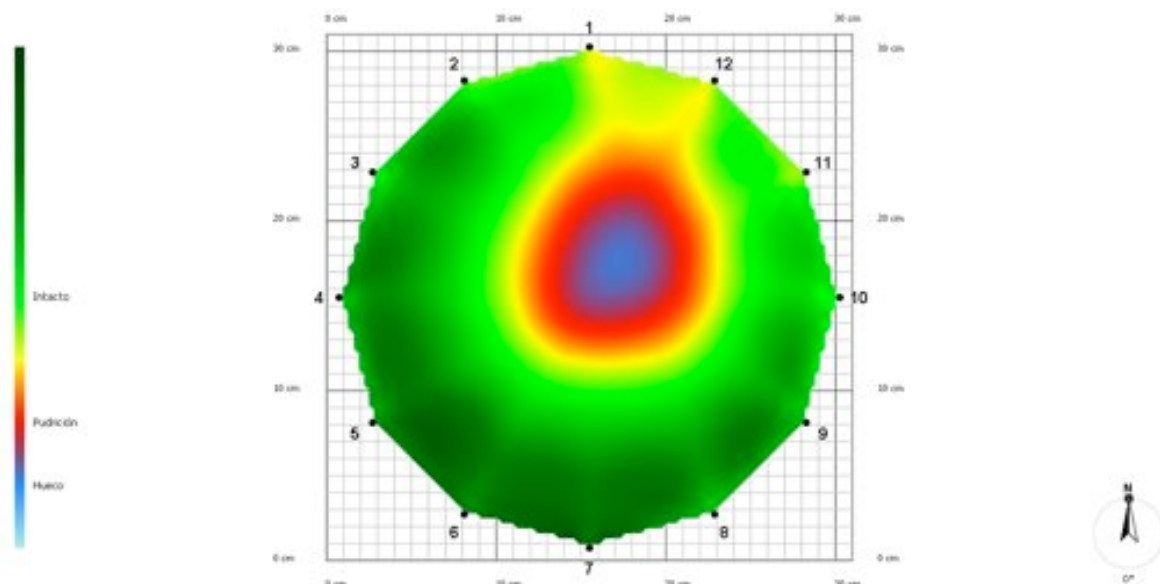
Altura	185 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	12

Datos de posición del sensor

C	121
PD	5
BT	1

Tomogramas

m/s	792	966	1010	953	894	816	783	837	839	791	792
792		941	1029	1008	981	911	820	783	815	825	804
966	941		896	958	1001	969	897	815	797	849	893
1010	1029	896		888	1031	1053	998	928	815	826	904
953	1008	958	888		1029	1090	1076	1023	911	798	837
894	981	1001	1031	1029		1104	1023	1034	956	858	776
816	911	969	1053	1090	1104		987	1039	1009	936	840
783	820	897	998	1076	1023	987		947	986	973	905
837	783	815	928	1023	1034	1039	947		880	959	946
839	815	797	815	911	956	1009	986	880		884	907
791	825	849	826	798	858	936	973	959	884		813
792	804	893	904	837	776	840	905	946	907	813	



Tomograma palmera 7

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 8 Plaza España

24/11/2016 12:20

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730049 4310858 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmera 8
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	45 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Damaged
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	20,55 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	17,7 m
...centro de la copa	15,5 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	87 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	4109 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	188 cm	47 %	139 %	Riesgo moderado

Factor de Seguridad: 139 %

Capa #1

Geometría de sensores

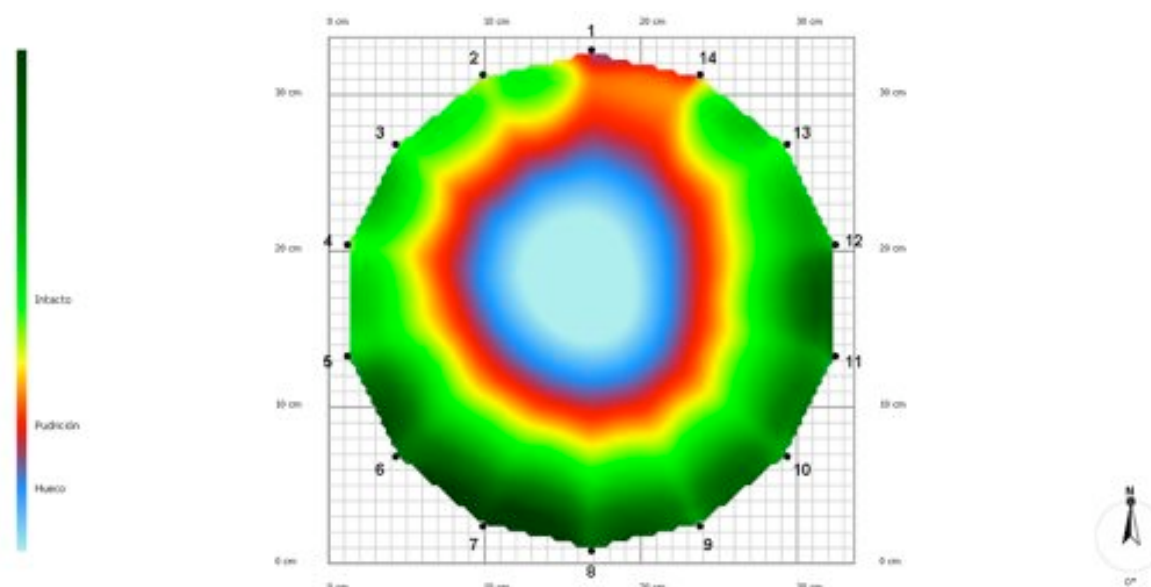
Altura	188 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	14

Datos de posición del sensor

C	129
PD	5
BT	1

Tomogramas

m/s	1300	1436	1431	1333	1302	1172	1051	1172	1290	1380	1351	1291	982
1300		1361	1488	1450	1466	1345	1187	1062	1182	1297	1347	1391	1285
1436	1361		1587	1573	1678	1566	1393	1202	1060	1151	1222	1311	1307
1431	1488	1587		1490	1793	1723	1564	1362	1205	1065	1102	1202	1254
1333	1450	1573	1490		1956	1907	1763	1546	1377	1220	1107	1073	1148
1302	1466	1678	1793	1956		1819	1825	1665	1522	1366	1257	1089	1098
1172	1345	1566	1723	1907	1819		1862	1805	1711	1562	1464	1271	1118
1051	1187	1393	1564	1763	1825	1862		1747	1773	1678	1617	1417	1259
1172	1062	1202	1362	1546	1665	1805	1747		1710	1749	1782	1582	1426
1290	1182	1060	1205	1377	1522	1711	1773	1710		1636	1866	1687	1565
1380	1297	1151	1065	1220	1366	1562	1678	1749	1636		1865	1734	1667
1351	1347	1222	1102	1107	1257	1464	1617	1782	1866	1865		1487	1574
1291	1391	1311	1202	1073	1089	1271	1417	1582	1687	1734	1487		1515
982	1285	1307	1254	1148	1098	1118	1259	1426	1565	1667	1574	1515	



Tomograma palmera 8

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 9 Plaza España bis

24/11/2016 12:27

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730042 4310831 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmera 9
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	27 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Damaged
Trunk status	Intact
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	8,83 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	9,41 m
...centro de la copa	8,15 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	88 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	1766 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	160 cm	11 %	206 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 206 %

Capa #1

Geometría de sensores

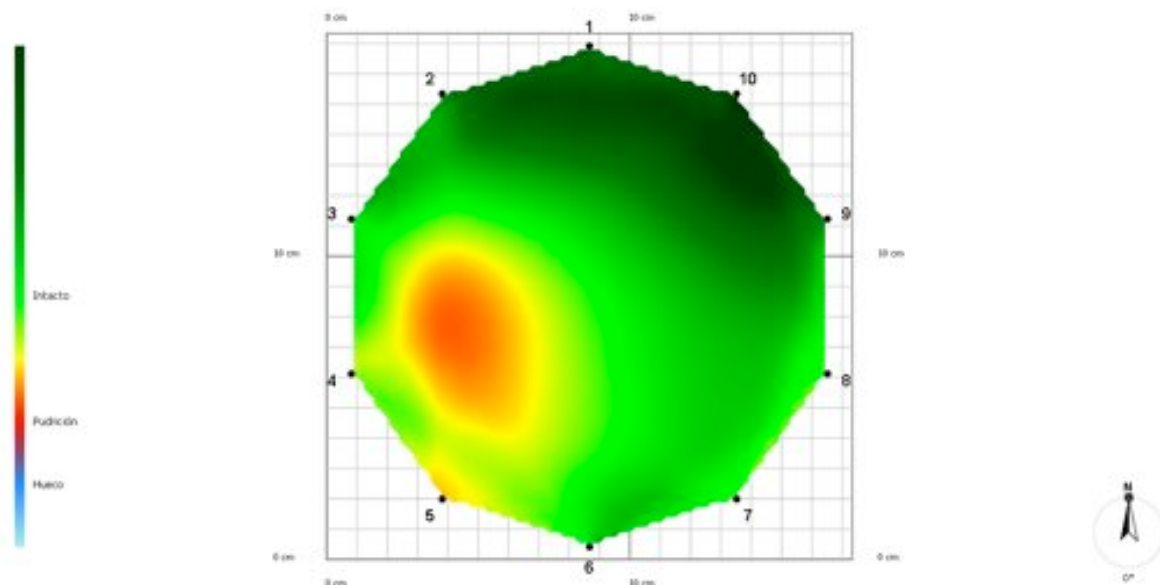
Altura	160 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	10

Datos de posición del sensor

C	77
PD	4
BT	1

Tomogramas

m/s	1379	1356	1137	1107	1198	1244	1296	1446	1284
1379		1188	1094	1018	1094	1168	1251	1449	1486
1356	1188		1101	1095	1022	1045	1108	1258	1348
1137	1094	1101		1073	1073	1046	1071	1111	1124
1107	1018	1095	1073		970	1071	1094	1142	1158
1198	1094	1022	1073	970		1186	1218	1253	1279
1244	1168	1045	1046	1071	1186		1053	1196	1310
1296	1251	1108	1071	1094	1218	1053		1082	1338
1446	1449	1258	1111	1142	1253	1196	1082		1426
1284	1486	1348	1124	1158	1279	1310	1338	1426	



Tomograma palmera 9

Mediciones del informe ArborSonic 3D

Palmera 10 Plaza España

24/11/2016 12:33

Especies arbóreas: Phoenix

Tree location	UTM 730046 4310827 Datum WGS 84
Measurement date	miércoles, 24 de febrero de 2016 9:20
Tree identifier	Palmera 10
Project identifier	Palmeras Plaza España
Trunk diameter at 4 feet	46 cm
Status report	
Root status	Intact
Root collar status	Intact
Trunk status	Intact
Crown collar status	Intact
Crown status	Intact
Other state	
Proposed treatment	
Root treatment	
Root collar treatment	
Trunk treatment	
Crown collar treatment	
Crown treatment	
Other treatment	

Biomecánica

Copa del árbol	
Area de copa	19,24 m2
Distancia de la base del tronco a...	
...ápice de la copa	10,75 m
...centro de la copa	9 m
Tronco árbol	
Grado de inclinación	81 °
Viento	
Velocidad del viento	37,5 m/s
Carga del viento	3848 N
Coeficiente de rozamiento	0,222978174603175
Límite de elasticidad	18 MPa

Sección tomografiada	Altura	Area en pudrición	Factor de Seguridad	Índice de riesgo
Capa #1	190 cm	23 %	371 %	Riesgo bajo

Factor de Seguridad: 371 %

Capa #1

Geometría de sensores

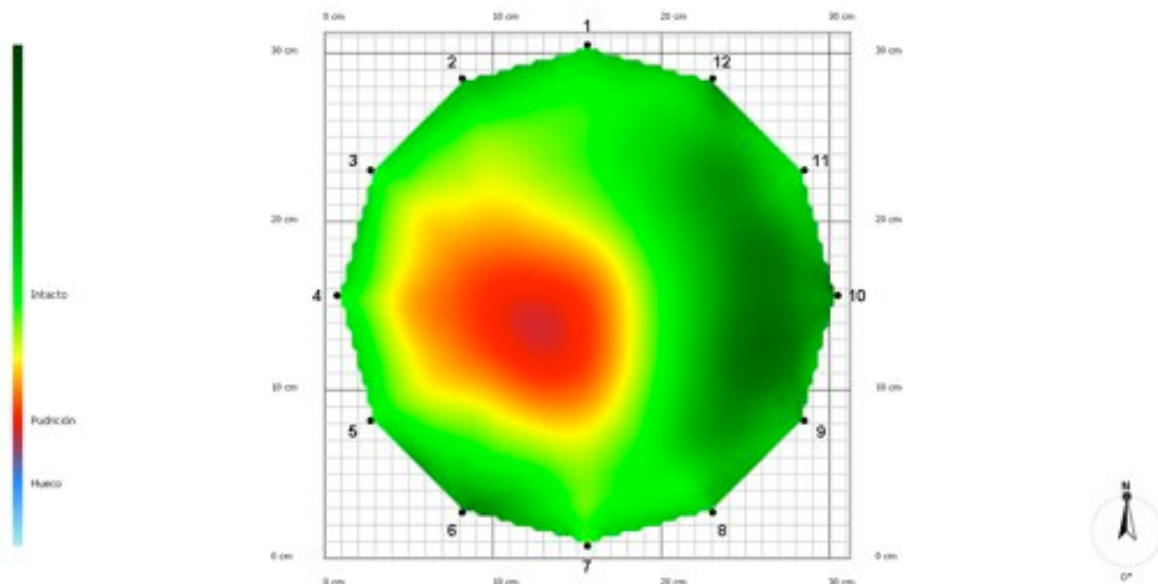
Altura	190 cm
Diseño	Circle
Recuento del sensor	12

Datos de posición del sensor

C	128
PD	6
BT	1

Tomogramas

m/s	635	597	562	540	550	534	608	650	646	597	635
635		635	597	562	558	519	554	610	631	603	597
597	635		635	597	562	532	512	553	585	583	562
562	597	635		635	597	562	532	531	543	557	555
540	562	597	635		635	597	562	568	561	534	540
550	558	562	597	635		635	597	624	632	585	559
534	519	532	562	597	635		635	597	653	623	594
608	554	512	532	562	597	635		640	664	677	675
650	610	553	531	568	624	597	640		635	632	695
646	631	585	543	561	632	653	664	635		635	644
597	603	583	557	534	585	623	677	632	635		635
635	597	562	555	540	559	594	675	695	644	635	



Tomograma palmera 10